



SKRIPSI - ME 141501

Studi Perbandingan Variasi Sudut pada Laminasi Fiberglass

**Nur Kaffi Muhammad
NRP 0421 15 4600 0015**

**Dosen Pembimbing 1 :
Ir. Dwi Priyanta, M.SE.**

**Dosen Pembimbing 2 :
Dr. Eng M. Badrus Zaman, ST., MT.**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - ME 141501

Comparative Study of Angle Variations on Fiberglass Laminates

**Nur Kaffi Muhammad
NRP 0421 15 4600 0015**

**Supervisor 1 :
Ir. Dwi Priyanta, M.SE.**

**Supervisor 2 :
Dr. Eng M. Badrus Zaman, ST., MT.**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERBANDINGAN VARIASI SUDUT PADA LAMINASI FIBERGLASS

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Widyaiswara dan Dosen Tamu

Oleh :

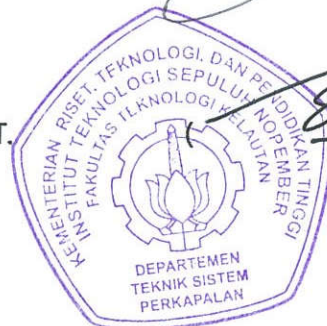
NUR KAFFI MUHAMMAD

NRP. 0421 15 4600 0015

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Dwi Priyanta, M.SE.

Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.



Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERBANDINGAN VARIASI SUDUT PADA LAMINASI FIBERGLASS

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

NUR KAFFI MUHAMMAD

NRP. 0421 15 4600 0015

Disetujui oleh Kepala Departemen
Teknik Sistem Perkapalan:



Halaman ini sengaja dikosongkan

STUDI PERBANDINGAN VARIASI SUDUT LAMINASI PADA FIBERGLASS

Nama Mahasiswa : Nur Kaffi Muhammad
NRP : 0421 15 4600 0015
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing :
1. Ir. Dwi Priyanta, M.SE.
2. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kapal yang terbuat dari Fiberglass merupakan type kapal cepat , biasanya digunakan sebagai kapal Patroli, kapal pribadi atau kapal untuk transportasi laut atau sungai. Karena bobot yang cukup ringan dan cukup kuat, sehingga kerja dari motor / mesin penggerak baling-baling pendorong / kipas bekerja secara maksimal, mesin kapal fiberglas menggunakan mesin diesel yang diinstalasi didalam lambung kapal atau mesin tempel.

Metode dalam tugas akhir ini yaitu mulai dari studi literatur, pengumpulan data-data penunjang yaitu material fiberglass yang menjadi parameter pemodelan, pembuatan laminasi pada program, pada laminasi ini digunakan variasi sudut yakni 0°, 45°, dan 90°. Pada laminasinya menggunakan fitur ACP pada program software Ansys. Setelah pada laminasi tersebut dilakukan pengujian static struktur, pada simulasi ini material pada beberapa variasi akan disimulasikan pengujian dengan standart DIN EN ISO 527-4. Setelah itu dilakukan running untuk mengetahui berapa besar tegangan maksimal pada variasi sudut tersebut, dan berapa besar nilai deformasi yang dialami material tersebut.

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan software ansys didapatkan nilai pada beberapa variasi sudut, untuk sudut 0° didapatkan nilai stress maksimal sebesar 266,72 Mpa dengan total deformasi yakni 0,7744 mm, untuk sudut 45° didapatkan nilai stress maksimal sebesar 311,58 Mpa dengan total deformasi yakni 3,1022 mm, dan yang terakhir untuk sudut 90° didapatkan nilai stress maksimal sebesar 266,84 Mpa dengan total deformasi yakni

3,4814 mm. Faktor yang mempengaruhi performa komposit yakni faktor serat, letak serat, panjang serat, dan bentuk serat.

Kata kunci : Fiberglass, Laminasi, ACP, Kuat Tarik, Deformasi

COMPARATIVE STUDY OF ANGLE VARIATIONS ON FIBERGLASS LAMINATIONS

Student Name : Nur Kaffi Muhammad
NRP : 0421 15 4600 0015
Departement : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisor :
1. Ir. Dwi Priyanta, M.SE.
2. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

ABSTRACT

Vessels made of Fiberglass are fast ship types, usually used as patrol boats, private boats or ships for sea or river transportation. Because the weight is quite light and strong enough, so that the work of the motor / engine propeller propeller / fan works optimally, fiberglass vessel engines using diesel engines installed in the hull of the ship or outboard engine.

The method in this final project is from literature study, collecting supporting data that is fiberglass material become modeling parameter, making lamination at program, this lamination used angle variation that is 0 °, 45 °, and 90 °. In laminasinya use ACP feature in Ansys software program. After the lamination is done static test of the structure, in this simulation the material on some variations will be simulated testing with standard DIN EN ISO 527-4. After that is done running to find out how big the maximum voltage on the variation of the angle, and how much the value of deformation experienced by the material.

Based on simulation result using ansys software got value at some angle variation, for angle 0 ° got maximum stress value equal to 266,72 Mpa with total deformation that is 0,7744 mm, for angle 45 ° got maximum stress value equal to 311,58 Mpa with total deformation ie 3.1022 mm, and the last for 90 ° angle obtained a maximum stress value of 266.84 Mpa with a total deformation of 3.4814 mm. Factors that affect composite performance ie fiber factor, fiber location, fiber length, and fiber form.

Keywords: Fiberglass, Laminate, ACP, Tensile Strength, Deformation

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan atas rahmat dan kuasa Allah SWT, karena dengan nikmat rahmat, berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, lancar dan tepat waktu. Tugas akhir yang berjudul "Studi Perbandingan Variasi Sudut pada Laminasi Fiberglass" ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program strata satu teknik di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menulis tugas akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan dari beberapa pihak seperti sebagai berikut:

1. Allah Subhanahu Wata'ala atas segala nikmat dan kuasa-Nya, serta junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah memimpin kita ke jalan yang benar,
2. Ayah, ibu, adik dan keluarga besar penulis yang selalu memberikan semangat dan doanya setiap hari,
3. Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T, M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS,
4. Bapak Ir. Dwi Priyanta, M.SE., Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis,
5. Tim penguji bidang MOM, Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T, M.T, Bapak Ir. Dwi Priyanta, M.SE, Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc, Bapak Dr. Eng. Trika Pitana, ST, M.Sc dan Bapak Nurhadi Siswantowo, S.T, M.T.,
6. Bapak Juniarko Prananda, ST., MT. selaku dosen wali penulis selama belajar di Teknik Sistem Perkapalan ITS,
7. Bapak Mohammad Furqon, S.T, Bapak Susanto Agusta Herlambang, S.T, bapak Arif S2 Mesin ITS, Bapak Chandra Tekpal dan Bapak Erzad Tekpal, sebagai senior yang telah memberikan nasehat kepada penulis selama penulisan tugas akhir,
8. Teman-teman semua Angkatan Lintas Jalur 2015.
9. Mbak ima, bulek ikh, bulek zaziroh, mbak cho, mbak lutviana, mbak ulfa, mbak sari, Rengga, Bayu Putra, mas sapto, mas hasfi, mas dimas, mas arif, dan teman-teman S1 Mesin yang sudah membantu penulis baik doa maupun segala bantuannya yang lain,

10. Teman Kost penulis, Shiddiq, Alwin, Zarkasih, Rozi, Tiyo, Bayu, Tomo, Zein, Ibu Kost, Mas Nur, Duta, yang telah memotivasi dan menemani penulis selama pengerjaan tugas akhir ini,
11. Teman- teman Lab MEAS, MMD, MOM yang telah memberikan tumpangan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir,
12. Keluarga dan teman seperjuangan Sistem Perkapalan yang telah memberikan banyak bantuan, doa, dan kasih sayang selama penulis kuliah,
13. Pihak- pihak lainnya yang berperan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini terdapat banyak kendala dan keterbatasan ilmu pengetahuan serta wawasan penulis menjadikan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penulisan yang lebih baik di kemudian hari. Penulis juga memohon maaf apabila dalam proses pengerjaan tugas akhir ini terdapat banyak kesalahan yang disengaja maupun tidak disengaja. Besar harapan penulis, bahwasannya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis secara khusus, pembaca, serta nusa dan bangsa. Semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat, Karunia dan kasih sayangnya kepada kita semua. Terima kasih.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Persetujuan Pembimbing	i
Halaman Pengesahan Kepala Jurusan.....	iii
Abstrak.....	v
<i>Abstract</i>	vii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xv

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Permasalahan.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 5

2.1. Kapal <i>Fiberglass</i>	5
2.2. <i>Fiberglass</i>	5
2.3. Definisi Komposit.....	6
2.4. Karakteristik Material Komposit.....	9
2.5. Klasifikasi Material Komposit.....	10
2.5.1. Komposit serat (<i>Fibrous Composites</i>).....	10
2.5.2. Komposit partikel (<i>Particulate Composites</i>)	13
2.5.3. Komposit lapis (<i>Laminates Composites</i>)	14
2.6. Faktor yang Memengaruhi Performa Komposit.....	16
2.7. Serat.....	19
2.7.1. Jenis Fiber Glass.....	20
2.7.2. Jenis Serat Alam.....	22
2.8. Sifat Mekanik.....	24
2.9. Konsentrasi Tegangan.....	25
2.10. Ansys.....	27

2.11. DIN EN ISO 527-4.....	28
-----------------------------	----

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 29

3.1. Metode Penelitian.....	29
3.2. Diagram Alur.....	29
3.2.1. Perumusan Masalah.....	30
3.2.2. Pengumpulan Data.....	30
3.2.3. Pembuatan Model 3D atau Laminasi.....	30
3.2.4. Distribusi Pembebanan.....	30
3.2.5. Analisa dan Pembahasan.....	31
3.2.6. Kesimpulan.....	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 33

4.1. Hasil Simulasi dan Pembahasan.....	33
-----------------------------------------	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....39

5.1. Kesimpulan.....	39
5.2. Saran.....	39

Daftar Pustaka..... 41

Lampiran..... 43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Mekanik dari beberapa jenis material.....	8
Tabel 2.2	Sifat Mekanik dari beberapa jenis material.....	9
Tabel 4.1	Hasil Perbandingan Variasi Sudut.....	37

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kapal Fiberglass.....	5
Gambar 2.2	Continuous Fiber Composite.....	12
Gambar 2.3	Woven Fiber Composite.....	13
Gambar 2.4	Chopped Fiber Composite.....	13
Gambar 2.5	Tipe Chopped Fiber Composite.....	14
Gambar 2.6	Hybrid Composite.....	14
Gambar 2.7	Particulate Composite.....	15
Gambar 2.8	Komposite Lamina.....	15
Gambar 2.9	Tiga Tipe Orientasi pada Reinforcement.....	18
Gambar 2.10	Chopped Strand Mat.....	22
Gambar 2.11	Continuous Roving.....	22
Gambar 2.12	Woven Roving.....	23
Gambar 2.13	Woven Cloth.....	23
Gambar 2.14	Serat Jute / Karung goni.....	24
Gambar 2.15	Konsentrasi Tegangan akibat perubahan penampang.....	27
Gambar 2.16	Spesimen Standart DIN EN ISO 527-4 Type 2.....	28
Gambar 3.1	Diagram Alur.....	29
Gambar 4.1	Simulasi distribusi variasi sudut 0°	33
Gambar 4.2	Simulasi distribusi variasi sudut 45°	34
Gambar 4.3	Simulasi distribusi variasi sudut 90°	35

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) merupakan negara kepulauan, yang mana memiliki dua pertiga wilayahnya adalah lautan, disamping itu letak negara Indonesia yang sangat strategis, terletak diantara dua samudera, yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik yang sangat strategis. Kondisi tersebut menjadikan alam lautan Indonesia yang kaya akan hasil laut, serta Negara Indonesia terdiri dari beberapa pulau dan beranekaragam suku[1].

Kondisi geografis di Indonesia yang sebagian besar terdiri dari berbagai pulau yaitu pulau Jawa, Madura, dan pulau-pulau lainnya memerlukan kapal yang digunakan sebagai alat untuk menyeberangi antar pulau. Pada umumnya, alat yang digunakan untuk menyeberang biasa menggunakan kapal kayu yang relative kurang efektif juga kurang efisien. Hal ini terjadi karena waktu yang dibutuhkan untuk menyeberang menjadi relative lebih lama disamping ukuran kapal kayu yang relatif kecil dan kecepatannya kurang. Masyarakat Indonesia yang sebagian besar mata pencaharian sebagai nelayan, memerlukan kapal dan peralatan penangkap ikan yang cukup memadai. Pada saat ini, proses menangkap ikan, oleh para nelayan Indonesia sangat tradisional sekali, dimana melakukan penangkapan ikan hanya dengan menggunakan sampan kecil yang terbuat dari kayu, dan menggunakan alat penangkap ikan dengan menggunakan pancing ataupun jala sederhana. Sehingga hasil tangkapan ikan dilautan tidak maksimal. Apalagi kalau musim cuaca kurang begitu bagus, dimana adanya gelombang tinggi atau pun terjadi hujan angin tinggi. Para nelayan Indonesia memilih menghentikan aktivitasnya mencari ikan dilautan dan menghentikan jasa penyeberang antar pulau untuk menghindari kapal pecah terkena sapuan ombak, ataupun terjadi kapal karam. Sehingga pendapatan nelayan menjadi menurun akibat tidak melaut. Biaya untuk pembuatan kapal penangkap ikan, maupun digunakan sebagai jasa menyeberang antar pulau, saat ini relatif mahal. Bahan dari kayu, yang mana proses pengerjaan kapal cukup lama dan sulit mencari bahan baku kayu yang bagus untuk pembuatan kapal penangkap ikan maupun untuk transportasi menyeberang antar pulau tersebut akan menjadi tambahan kendala yang lebih serius, ditengah himpitan ekonomi keluarga nelayan[2].

Mengembangkan teknologi kapal untuk menangkap ikan maupun sebagai alat transportasi menyeberang antar pulau dengan bahan fiberglass. Yang mana bahan fiberglass memiliki kemudahan dalam proses pembentukan lambung dan proses penyambungan bagian-bagian kapal penangkap ikan dan transportasi menyeberang antar pulau yang akan dikembangkan tersebut[3]. Pada saat ini kapal fiberglass yang telah banyak dibuat atau dikembangkan di Indonesia akan tetapi memiliki banyak kekurangan, diantaranya kebocoran disambungan dan mudah pecah akibat besarnya ombak yang menimpa. Material fiberglass atau yang biasa disebut FRP (Fiber Reinforcement Plastic) merupakan penyusun utama kekuatan struktur kapal[4]. Disamping itu maka perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap material fiberglass, sehingga dapat mengetahui sejauh mana material ini bisa bertahan, karena kapal yang sudah beroperasi bertahun-tahun belum tahu berapa tahun lagi material kapal fiber tersebut bertahan. Dan dari penelitian ini bisa membantu para pengusaha yang bergerak dalam bidang kapal fiber bisa lebih memperhatikan schedule perawatannya, serta bisa menambah keuntungan untuk perusahaan. Pada saat ini pengujian kekuatan mekanik mulai meninggalkan pengujian secara eksperimental dan menuju kearah pengujian teoritis. Pengujian teoritis ini didasar dengan pendekatan mikromekanik, makromekanik. Dan pada penelitian ini menganalisa arah sudut material fiber guna untuk mengetahui tegangan maksimal maupun total deformasi kemudian disimulasikan dengan menggunakan software ansys.

1.2 Rumusan masalah

Permasalahan yang dapat diangkat dalam pembahasan kali ini adalah

1. Berapa tegangan maksimal yang dialami pada masing-masing material dengan variasi sudut 0° , 45° , 90° ?
2. Berapa total deformasi yang dialami pada masing-masing material dengan variasi sudut 0° , 45° , 90° ?
3. Faktor apa saja yang mempengaruhi performa material fiberglass?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah

1. Mengetahui Berapa tegangan maksimal yang dialami pada masing-masing material fiber dengan variasi sudut 0° , 45° , 90° .
2. Mengetahui Berapa total deformasi yang dialami pada masing-masing material fiber dengan variasi sudut 0° , 45° , 90° .

3. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi performa material fiber.

1.4 Batasan Masalah

Agar masalah tidak melebar dari pembahasan utama, maka permasalahan hanya dibatasi pada :

1. Simulasi menggunakan software ansys release 18.
2. Laminasi fiber menggunakan fitur ACP Pre Post.
3. Pengujian menggunakan standart DIN EN ISO 527-4
4. Material menggunakan Biaxial Mat BAM-900-1 dan Biaxial Mat BAM-1250-1

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini nantinya sebagai berikut :

1. Sebagai acuan untuk pembuatan kapal fiber.
2. Mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi performa Material fiber

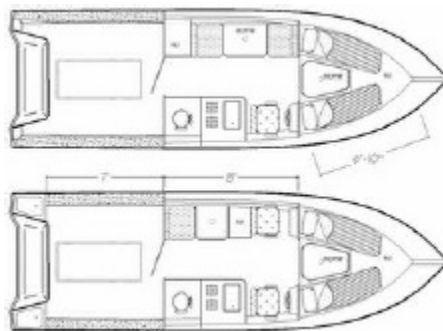
"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Fiberglass

Kapal yang terbuat dari Fiberglass merupakan type kapal cepat , biasanya digunakan sebagai kapal Patroli, kapal pribadi atau kapal untuk transportasi laut atau sungai. Karena bobot yang cukup ringan dan cukup kuat, sehingga kerja dari motor / mesin penggerak baling-baling pendorong / kipas bekerja secara maksimal, mesin kapal fiberglas menggunakan mesin diesel yang diinstalasi didalam lambung kapal atau mesin bensin temple[5]. **Gambar 2.1.** menunjukkan contoh untuk kapal fiber.



Gambar 2.1. Kapal fiberglass

2.2 Fiberglass

Theory fiberglass / serat dalam bahasa ilmiahnya merupakan sebuah bahan yang terbuat dari serat yang berfungsi sebagai penguat, yang termasuk juga carbon fiber, atau aramid. Barang jadinya dinamakan fiberglass reinforment plastic (GFRP), atau CFRP dan digunakan sebagai bodi atau frame pada sebuah kapal atau untuk kendaraan, alat-alat rumah tangga seperti tangki air, bak kamar mandi, talang air

untuk rumah. Fiberglass itu juga kalis terhadap air jadi yang kalis terhadap air adalah plastiknya (matrik) dan banyak campuran-campuran lainnya untuk tidak menyerap air namun yang biasa dipakai adalah Epoxy resin, biasanya orang menyebutnya resin. Resin ini belum berupa polymer jadi harus dijadikan polymer biasanya dicampur apa yang disebut sebagai katalis / hardener keduanya mempunyai fungsi yang berbeda. Hardener ini berfungsi membantu resin menjadi polymer dan menjadi keras, untuk memperkuatnya ditambahkan fiber (woven roving / mat) didalam adonan resin dan hardener maka terbentuklah apa yang biasanya disebut fiberglass meskipun lebih tepatnya GFRP. Karena mengandalkan reaksi saja maka tidak memerlukan material yang tahan temperature tinggi saat mencetak, oleh karena itu cetakan (mold) bisa dipergunakan apa saja pada dasar untuk mencetak bisa juga kayu atau pelat, tetapi jika untuk membuat kapal dengan bahan fiberglass sebaiknya cetakan / mold digunakan dari kayu triplex karena kayu triplex disamping fleksible atau mudah dibentuk dan bahannya murah serta mudah didapat dan dicari. Sebelum memulai mempelajari cara membuat kapal dari bahan fiberglass,sebaiknya kita mengenal terlebih dahulu bahan-bahan yang akan dipergunakan.

2.3 Definisi Komposit

Pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna (Jones, 1975), bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari

campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984)[6].

Sesungguhnya ribuan tahun lalu material komposit telah dipergunakan dengan memanfaatkannya serat alam sebagai penguat. Dinding bangunan tua di Mesir yang telah berumur lebih dari 3000 tahun ternyata terbuat dari tanah liat yang diperkuat jerami (Jamasri, 2008). Seorang petani memperkuat tanah liat dengan jerami, para pengrajin besi membuat pedang secara berlapis dan beton bertulang merupakan beberapa jenis komposit yang sudah lama kita kenal. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

1. Penguat (reinforcement), yang mempunyai sifat kurang ductile tetapi lebih rigid serta lebih kuat.
2. Matrik, umumnya lebih ductile tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah.

Pada material komposit sifat unsur pendukungnya masih terlihat dengan jelas, sedangkan pada alloy / paduan sudah tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya. Salah satu keunggulan dari material komposit bila dibandingkan dengan material lainnya adalah penggabungan unsur-unsur yang unggul dari masing-masing unsur pembentuknya tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian studi eksperimen sebelumnya pada komposit serat goni yang disusun acak/resin polyester, didapatkan sifat mekanik terbaik dengan nilai kekuatan tarik sebesar 14,85 N/mm² dengan modulus elastisitas sebesar 1105,13 N/mm² (Andrian, 2012)[7]. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan dapat saling melengkapi kelemahan-kelemahan yang ada pada masing-

masing material penyusunnya. Sifat-sifat yang dapat diperbaharui (Jones,1975)[8] antara lain :

Sifat-sifat yang dapat diperbaiki antara lain :

- a) Kekuatannya (strength)
- b) Kekakuannya (stiffness)
- c) Ketahanan terhadap korosi (corrosion resistance)
- d) Pengurangan berat material (weight)
- e) Ketahanan gesek/aus (wear resistance)
- f) Ketahanan lelah (fatigue life)

Secara alami kemampuan tersebut diatas tidak ada semua pada waktu yang bersamaan (Jones,1975). Sekarang ini perkembangan teknologi komposit mulai berkembang dengan pesat. Komposit sekarang ini digunakan dalam berbagai variasi komponen antara lain untuk otomotif, pesawat terbang, pesawat luar angkasa, kapal dan alat-alat olahraga seperti ski, golf, raket tenis dan lain-lain. **Tabel 2.1**

dan Tabel 2.2 Sifat mekanik dari beberapa jenis material

Tabel 2.1 Sifat mekanik dari beberapa jenis material

serat	Panjang (mm)	Diameter (mm)	Massa jenis (kg/m ³)	Modulus young (Gpa)	Kekuatan tarik (Mpa)	Regangan (%)
Bambu	-	0,1-0,4	1500	27	575	3
Pisang	-	0,8-2,5	1350	1,4	95	5,9
Sabut	50-350	0,1-0,4	1440	0,9	200	29
Jute	1800- 3000	0,1-0,2	1500	32	350	2
Kenaf	30-750	0,04-0,09	-	22	295	1,7

Sumber : Building Material and Technology Promotion Council

Tabel 2.2 Sifat mekanik dari beberapa jenis material

Type (acronym)	Tensile Yield Strength		Elongation (%)	Flexural Strength		Tensile Modulus Of Elasticity		Impact Strength		Density	
	Ksi	(Mpa)		Ksi	(Mpa)	Ksi	(Gpa)	Ft lb/in (J/m)		lb/in ³	(sp.gr)
Polytetrafluoroethylene (PTFE)	4.5	31	300	-	-	51	0,35	3	88	0.08	2.2
Polybutylene terephthalate (PBT)	8	55	150	12	83	-	-	0,8	23,6	0.05	1.31
Polysulfone (PSU)	16,2	70	75	15,4	106	360	2,48	1,3	38,3	0.04	1,24
Polymethylmethacrylate (PMMA)	10,5	72	5	16	110	425	2,93	0,3	8,8	0,043	1,19
Polyamide-imide (PAI)	26	179	15	30	207	750	5,17	2,5	73,7	0,05	1,4
Phenolic (PF)	10	69	<1	11	76	1050	7.3	0.35	10.3	0.05	1.4
Polyimide (PI)	13	90	4	18	124	630	4.3	0.75	22	0.05	1.43
Epoxy (EP)	10,5	72	4	16	110	450	3,1	0,3	8,8	0,04	1,15
Polystyrene (PS)	7.5	51,7	1,5	12,5	86	480	3.3	0,3	8,8	0,04	1,05
Polyethylene (PE)	1.9	13	600	-	-	24	0.16	-	-	0,034	0,9
Polyvinylchloride (PVC)	6.5	44,8	6	13	89	375	2.6	4	118	0.054	1,44
Polyester (UP)	9,4	40	1,6	5,5	60	300	17,5	0,4	10,6	0,034	1,1
Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)	8	55	12	11	76	335	2.3	3	88	0.04	1,05

Sumber : Kenneth G.Budinsky

2.4 Karakteristik Material Komposit

Dalam menganalisa karakteristik dari komposit terdapat dua konsep pemahaman yaitu:

a) Tinjauan secara mikromekanik

Tinjauan secara mikromekanik adalah komposit merupakan material yang tersusun atas matrik dan serat sehingga analisa kekuatan komposit berdasarkan pada kekuatan matrik dan serat pembentuknya.

b) Tinjauan secara makromekanik

Yang dilihat adalah komposit sebagai suatu material yang utuh sehingga analisa kekuatan komposit didasarkan pada kekuatan

tiap laminasi lapisan yang membentuknya. Serat menyebar dengan acak sehingga sifat mekaniknya tidak terlalu baik jika dibandingkan dengan serat kontinyu.

2.5 Klasifikasi Material Komposit

Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam (Jones, 1975), yaitu:

1. Komposit serat (Fibrous Composites)
2. Komposit partikel (Particulate Composites)
3. Komposit lapis (Laminates Composites)

2.5.1 Komposit serat (Fibrous Composites)

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat / fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa fibers glass, carbon fibers, aramid fibers (poly aramide), dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Serat merupakan material yang mempunyai perbandingan panjang terhadap diameter sangat tinggi serta diameternya berukuran mendekati kristal. Serat juga mempunyai kekuatan dan kekakuan terhadap densitas yang besar (Jones, 1975).

Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian diantaranya:

- 1) Continuous Fiber Composite (komposisi diperkuat dengan serat kontinue).

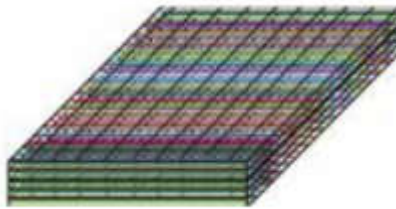
Continuous atau uni-directional, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya. **Gambar 2.2.** Continuous Fiber Composite (Gibson, 1994)



Gambar 2.2. Continuous Fiber Composite (Gibson, 1994)

- 2) Woven Fiber Composite (komposit diperkuat dengan serat anyaman).

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah. **Gambar 2.3.** Woven Fiber Composite (Gibson, 1994)

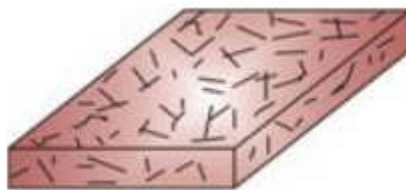


Gambar 2.3. *Woven Fiber Composite (Gibson, 1994)*

- 3) Chopped Fiber Composite (komposit diperkuat serat pendek/acak).

Merupakan tipe komposit dengan serat pendek. **Gambar**

2.4. Chopped Fiber Composite

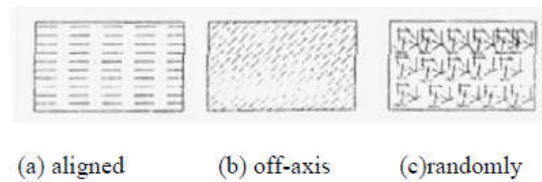


Gambar 2.4. *Chopped Fiber Composite (Gibson, 1994)*

Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 (Gibson, 1994 : 157) :

- a) Aligned discontinuous fiber*
- b) Off-axis aligned discontinuous fiber*
- c) Randomly oriented discontinuous fiber*

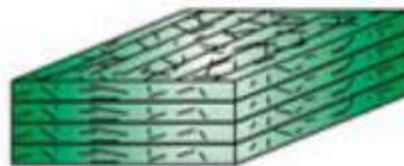
Gambar 2.5. *Tipe Chopped Fiber Composite (Gibson, 1994)*



Gambar 2.5. *Tipe Chopped Fiber Composite (Gybson, 1994)*

- 4) Hybrid Composite (komposit diperkuat serat kontinyu dan serat acak).

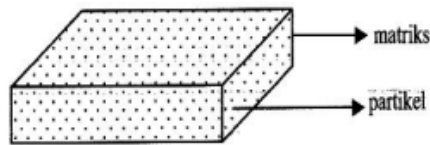
Hybrid Composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihananya. **Gambar 2.6.** Hybrid composite (Gibson, 1994)



Gambar 2.6. *Hybrid Composite (Gibson, 1994)*

2.5.2 Komposit Partikel (Particulate Composites)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya. **Gambar 2.7.** Particulate Composite

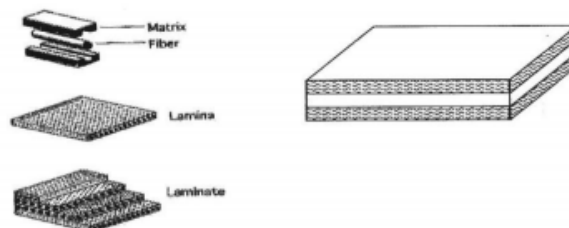


Gambar 2.7. *Particulate Composite*

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama yang kerap disebut partikel, dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang dibenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam, seperti halnya matriks. Selain itu ada pula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Jones, 1975).

2.5.3 Komposit Lapis (*Laminates Composites*)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri. **Gambar 2.8.** Komposit Lamina (Jones, 1999)



Gambar 2.8. *Komposit Lamina (Jones, 1999)*

Komposit ini terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satu matriks. Bentuk nyata dari komposit lamina adalah: (Jones, 1999).

1. Bimetal

Bimetal adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi thermal yang berbeda. Bimetal akan melengkung seiring dengan berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok untuk alat ukur suhu.

2. Pelapisan logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya.

3. Kaca yang dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam. Kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca.

4. Komposit lapis serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat.

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat.

2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Composit

Penelitian yang mengabungkan antara matrik dan serat harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi performa *Fiber-Matrik Composites* antara lain:

1. Faktor Serat

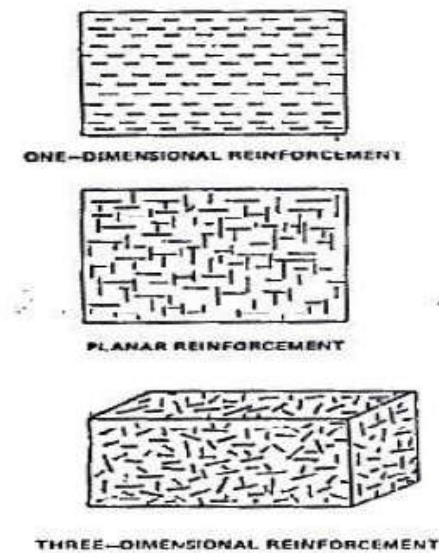
Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

2. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu:

- a) *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- b) *Two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c) *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya. **Gambar 2.9.** Tiga tipe Orientasi pada Reinforcement



Gambar 2.9. *Tiga Tipe Orientasi Pada Reinforcement*

Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.

3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah *aspect ratio*. Bila *aspect ratio*

makin besar maka makin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit tersebut. Serat panjang (*continous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang.

Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Pada umumnya, serat panjang lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek. Serat panjang pada keadaan normal dibentuk dengan proses *filament winding*, dimana pelapisan serat dengan matrik akan menghasilkan distribusi yang bagus dan orientasi yang menguntungkan.

Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. Pada struktur *continous fiber* yang ideal, serat akan bebas tegangan atau mempunyai tegangan yang sama. Selama fabrikasi, beberapa serat akan menerima tegangan yang tinggi dan yang lain mungkin tidak terkena tegangan sehingga keadaan di atas tidak dapat tercapai (Schwartz, 1984)[8].

Sedangkan komposit serat pendek, dengan orientasi yang benar, akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan *continous fiber*. Hal ini terjadi pada *whisker*, yang mempunyai keseragaman kekuatan tarik setinggi 1500 kips/in² (10,3 GPa). Komposit berserat pendek dapat diproduksi dengan cacat permukaan yang rendah sehingga kekuatannya dapat mencapai kekuatan teoritisnya (Schwartz, 1984).

Faktor yang mempengaruhi variasi panjang serat *chopped fiber composites* adalah *critical length* (panjang kritis). Panjang kritis

yaitu panjang minimum serat pada suatu diameter serat yang dibutuhkan pada tegangan untuk mencapai tegangan saat patah yang tinggi (Schwartz, 1984).

4. Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984 : 1.4).

2.7 Serat

Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Selain itu serat (fiber) juga merupakan unsur yang terpenting, karena seratlah nantinya yang akan menentukan sifat mekanik komposit tersebut seperti kekakuan, keuletan, kekuatan dsb.

Menurut seratnya, bahan komposit serat dibagi menjadi dua jenis yaitu serat panjang (continues fiber) dan serat pendek (discontinues fiber). Untuk membuat komponen-komponen yang memerlukan performa tinggi biasanya digunakan fiber dengan serat panjang, karena seratnya lebih mudah diatur, sehingga sifat mekaniknya dapat diperkirakan lebih tepat. Namun demikian serat pendek pun mempunyai beberapa keuntungan, yaitu lebih mudah dibuat.

Menurut asalnya serat dibagi menjadi dua yaitu serat alami dan serat glass. Contoh bahan serat komposit yang terbuat dari glass adalah sebagai berikut :

2.7.1 Jenis Fiber Glass

Beberapa jenis fiber glass yang digunakan pada proses manufaktur adalah :

a) E-Glass

Serat ini mempunyai kekuatan cukup tinggi, yang umumnya digunakan pada proses manufacturing.

b) S dan R-Glass

Jenis ini mempunyai modulus elastisitas yang tinggi yang umumnya dipakai dalam pembuatan struktur pesawat terbang.

c) C-Glass

Serat ini dirancang untuk tahan terhadap korosi dan lingkungan kimia, sehingga banyak digunakan dalam pelapisan pada industri kimia.

Pada umumnya serat glass dipasarkan dalam berbagai bentuk, seperti:

a) Chopped Strand Mat

Bentuk ini dihasilkan dengan memotong continuous stand dengan ukuran sekitar 50,8 mm atau lebih dan dicampur dengan resin pengikat, kemudian disebar pada bidang datar dengan orientasi serat acak. CSM mempunyai sifat yang sama dalam segala arah dan banyak digunnnakan pada pembuatan komposit dengan metode laminasi basah.

Gambar 2.10. Chopped Strand Mat



Gambar 2.10. *Chopped Strand Mat (serat acak)*

b) Continuous Roving

Berupa sekumpulan serat kontinu yang sejajar dan dikemas dalam bentuk gulungan seperti benang. Bentuk ini banyak digunakan pada proses pembuatan komposit secara kontinu seperti pada proses filament winding dan pultrusion. **Gambar 2.11.** Continuous Roving

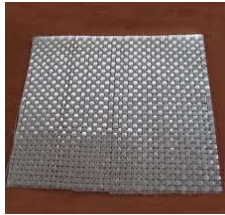


Gambar 2.11. *Continuous Roving*

c) Woven Roving

Bentuk ini dibuat dengan menganyam roving dengan arah yang saling tegak lurus. Anyaman ini berbentuk lembaran dan dipakai untuk membuat lapisan tebal dan luas.

Gambar 2.12. Woven Roving



Gambar 2.12. *Woven Roving (serat anyam)*

d) Woven Cloth

Mempunyai bentuk sama dengan woving roven, hanya ketebalannya lebih besar dari pada woving roven. Woven Cloth mempunyai sifat dua arah tergantung pada anyaman dan sejumlah serat dalam arah memanjang dan menyilang. **Gambar 2.13.** Woven Cloth,



Gambar 2.13. *Woven Cloth*

2.7.2 Jenis serat alam

Secara garis besar dapat disebutkan bahwa serat alam adalah sekelompok serat yang dihasilkan dari tumbuhan. Penggunaan dalam bidang industri berasal dari tumbuhan yang dikenal base plant yaitu jute, rosella, flax, kenaf, dan rami. Serat alam

merupakan kandidat kuat sebagai bahan penguat yang digunakan sebagai bahan komposit yang ringan, ramah lingkungan, serta ekonomis.

Serat jute diperoleh dari dua tanaman *herbaceous*, yaitu *chorchorus capsularis* (jute putih) dan *chorchorus olitorius* (jute tosia). Sebagai salah satu serat alam yang telah lama dikenal jute telah terbukti keunggulannya. Jute merupakan serat alami yang digunakan nomor dua terbanyak sesudah kapas sebagai bahan keperluan manusia. Jute sendiri pada perkembangannya dioalah menjadi berbagai jenis bahan tekstil. Salah satunya hasil dari pengolahannya serat jute adalah karung goni. Karung goni bisanya dimanfaatkan untuk mengepak barang-barang.

Gambar 2.14. Karung Goni



Gambar 2.14. serat jute / karung goni

Karung goni buangan dari pabrik cenderung dianggap tidak bermanfaat lebih lanjut. Mengingat serat jute mempunyai karakteristik yang cukup kuat, karung goni mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut untuk menghasilkan produk yang lebih bermanfaat bagi manusia.

2.8 Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah salah satu sifat terpenting, karena sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan (tentunya juga komponen yang terbuat dari bahan tersebut) untuk menerima beban/gaya/energy tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan/komponen tersebut. Sering kali suatu bahan mempunyai sifat mekanik yang baik tetapi kurang baik pada sifat yang lain maka diambil langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan berbagai cara.

Beberapa sifat mekanik yang penting antara lain:

- a) Kekuatan (*stength*) menyatakan kemampuan suatu bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam tergantung pada jenis beban yang berkerja, yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi, dan kekuatan lengkung.
- b) Kekerasan (*hardness*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk tahan terhadap penggoresan, pengikisan (abrasi), identasi atau penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat aus. Kekerasan juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.
- c) Kekenyalan (*elasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan.
- d) Kekakuan (*stiffness*) kemampuan bahan untuk menerima tegangan/beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) atau defleksi. Dalam beberapa hal kekakuan ini lebih penting daripada kekuatan.

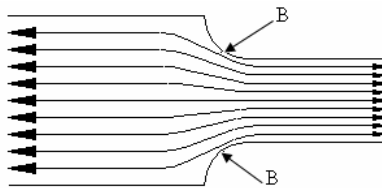
- e) Plastisitas (*plasticity*) kemampuan bahan untuk mengalami sejumlah deformasi plastic (yang permanen) tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Sifat ini sering disebut juga sebagai keuletan (*ductility*). Bahan yang mampu mengalami deformasi plastic cukup banyak dikatakan sebagai bahan yang mempunyai keuletan tinggi, sedangkan bahan yang tidak menunjukkan terjadinya deformasi plastic dikatakan bahan yang mempunyai keuletan rendah atau getas (*brittle*).
- f) Ketangguhan (*toughness*) menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap sejumlah energy tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energy yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda kerja, pada suatu kondisi tertentu.
- g) Kelelahan (*fatigue*) kecendrungan dari logam untuk patah bila menerima tegangan berulang-ulang yang besarnya masih jauh di bawah batas kekuatan elastiknya.
- h) Merangkak (*creep*) merupakan kecendrungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastic yang besarnya merupakan fungsi waktu, pada saat bahan tadi menerima beban yang besarnya relative tetap.

2.9 Konsentrasi Tegangan

Konsentrasi tegangan dianggap hal yang sangat penting karena seluruh kegagalan terjadi pada titik di mana terdapat konsentrasi tegangan yang sangat tinggi pada elemen mesin. Tempat-tempat terjadinya konsentrasi tegangan pada elemen mesin seperti alur, takik, lubang, fillet, dan sebagainya. Artinya tegangan yang terjadi

pada potongan yang melalui tempat konsentrasi tegangan, mempunyai harga yang melebihi harga tegangan nominalnya.

Perubahan konsentrasi tegangan yang terjadi disebabkan oleh perubahan geometri dan dimensi dari material. Perubahan tiba-tiba dari geometri ini dapat meningkatkan harga tegangan yang lebih besar dari yang seharusnya (tegangan nominalnya). Sebagai contoh, tingkat tegangan tarik dua permukaan seperti pada **Gambar 2.15**. Konsentrasi tegangan akibat perubahan penampang



Gambar 2.15. Konsentrasi Tegangan akibat perubahan penampang

Di sekitar masing-masing ujung batang, distribusi gaya dalamnya adalah seragam. Tegangan nominal pada bagian kanan dapat dicari dengan membagi total beban dengan luas daerah penampang terkecil, tegangan pada bagian kiri dapat dicari dengan membagi total beban dengan luas daerah yang besar. Sedangkan pada bagian tempat terjadinya perubahan penampang, distribusi gayanya berubah. Pada bagian ini beban tidak merata pada masing-masing titik pada penampang, tapi titik sekitar point B pada Gambar 2.14 tegangannya lebih tinggi dari tegangan rata-rata. Keadaan tegangan pada bagian ini lebih komplit dan persamaan dasar P/A tidak lagi sesuai. Tegangan

maksimum terjadi pada beberapa titik pada *fillet* seperti pada titik B dan searah paralel pada batas titik.

2.10 Ansys

Ansys adalah program paket yang dapat memodelkan elemen hingga untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan mekanika, termasuk di dalamnya masalah statik, dinamik, analisis struktural (baik linier maupun nonlinier), masalah perpindahan panas, masalah fluida dan juga masalah yang berhubungan dengan akustik dan elektromagnetik. Secara umum penyelesaian elemen hingga menggunakan Ansys dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu[9] :

1. Preprocessing: pendefinisian masalah

Langkah umum dalam preprocessing terdiri dari :

- Mendefinisikan keypoint/lines/areas/volume
- Mendefinisikan tipe elemen dan bahan yang digunakan/sifat geometrik
- Mesh lines/areas/volumes sebagaimana dibutuhkan.

2. Solution: assigning loads, constrains, and solving.

Di sini, perlu menentukan beban (titik/tekanan), constraints (translasi dan rotasi) kemudian menyelesaikan hasil persamaan yang telah diset.

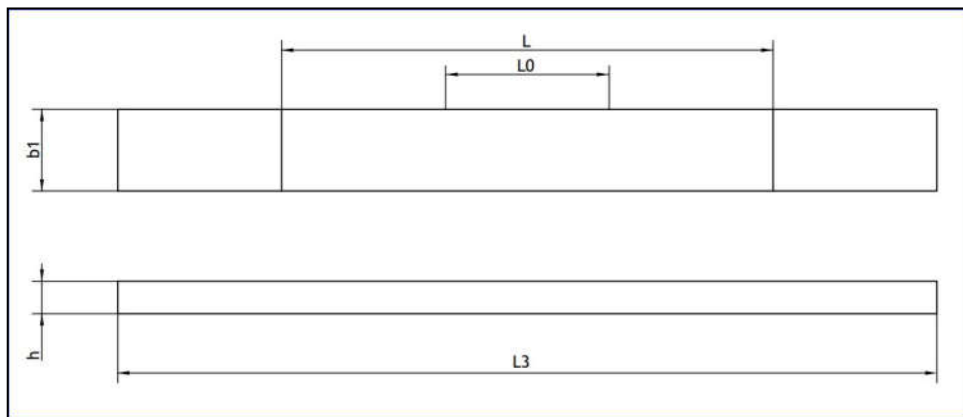
3. Postprocessing: further processing and viewing of the result. Dalam bagian ini bisa melihat :

- Daftar pergeseran nodal
- Gaya elemen dan momentum
- Plot deflection
- Diagram kontur tegangan
- (stress) atau pemetaan suhu

2.11 DIN EN ISO 527-4

2.11.1 Lingkup

bagian dari ISO 527 ini menentukan kondisi pengujian untuk penentuan sifat tarik komposit plastik bertulang isotropik dan orthotropik yang diperkuat, berdasarkan prinsip umum yang diberikan pada bagian 1[10]. Berikut **Gambar 2.16**. Spesimen Standart DIN EN ISO 527-4 Type 2



Gambar 2.16. Spesimen Standart DIN EN ISO 527-4 Type 2

Keterangan :

L3	Overall length	≥ 250	≥ 250
L2	Distance between end tabs	-	-
b1	width	25 - 50	25 - 50
L0	Gauge Length	50	50
h	Thicness	2 to 10	2 to 10
Lt	Length of end tabs	-	≥ 50
Ht	Thickness of end tabs	-	1 to 3

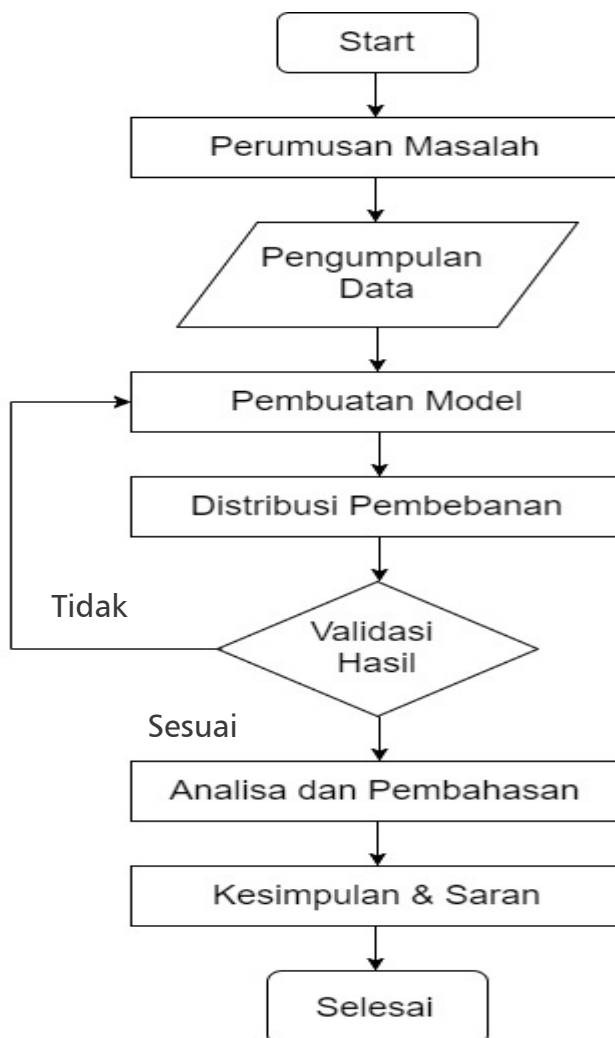
Catatan : Persyaratan kualitas spesimen dan paralellisme diberikan dalam ayat 6.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode penelitian

Metodologi merupakan bagian yang penting dalam suatu penelitian, karena metodologi penelitian ini menjelaskan proses penelitian dari awal sampai akhir. Metode penelitian juga menentukan apakah tujuan akhir dari penelitian dapat tercapai atau tidak.

3.2 Diagram Alur



Gambar 3.1. Diagram Alur

3.2.1 Perumusan Masalah

Rumusan masalah merupakan permasalahan yang dipilih oleh penulis untuk dilakukan penelitian. Rumusan masalah yang ditentukan penulis adalah performa laminasi fiberglass dengan variasi sudut antara 0° , 45° , 90° .

Oleh karena itu, penulis memilih melakukan penelitian mengenai uji kekuatan Tarik pada material fiberglass dengan laminasi berbagai variasi sudut,

Untuk dapat menganalisa performa material fiber maka dari itu penulis memerlukan pengumpulan data sebagai langkah lanjutan setelah perumusan masalah.

3.2.2 Pengumpulan Data

Data merupakan hal yang dominan dari sebuah penelitian, apabila tidak ada data, maka penelitian tersebut tidak dapat dilakukan. Data yang dimaksud disini adalah data yang diperoleh dari referensi atau studi lapangan yang penulis dapatkan pada langkah sebelumnya.

Data yang didapatkan dari studi lapangan kemudian dipilih dan dikumpulkan untuk selanjutnya diolah sesuai dengan metode yang digunakan penulis. Data yang dipilih penulis untuk menjadi penunjang keberhasilan penelitian ini berupa laminasi fiber.

Dari data yang telah dikumpulkan, selanjutnya data akan diolah menjadi sebuah model pada step selanjutnya.

3.2.3 Pembuatan Model 3D atau Laminasi

Pembuatan model merupakan dimana model specimen material tensil akan dibuat 3D dan selanjutnya adalah melakukan pemodelan material uji Tarik menurut standar DIN EN ISO 527-4.

Untuk selanjutnya setelah pembuatan specimen material uji Tarik maka akan diteruskan pada alur distribusi pembebanan.

3.2.4 Distribusi Pembebanan

Distribusi pembebanan merupakan dimana setelah laminasi fiber sudah dibuat maka akan dilakukan pembebanan yang meliputi pembebanan statis.

3.2.5 Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini hasil dari seluruh penelitian akan dianalisa secara statis . dan tahap selanjutnya hasil dari seluruh penelitian ini akan dianalisa dan nantinya mendapat kesimpulan

3.2.6 Kesimpulan

Kesimpulan berisi tentang jawaban dari permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini. Sehingga penelitian ini jelas

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

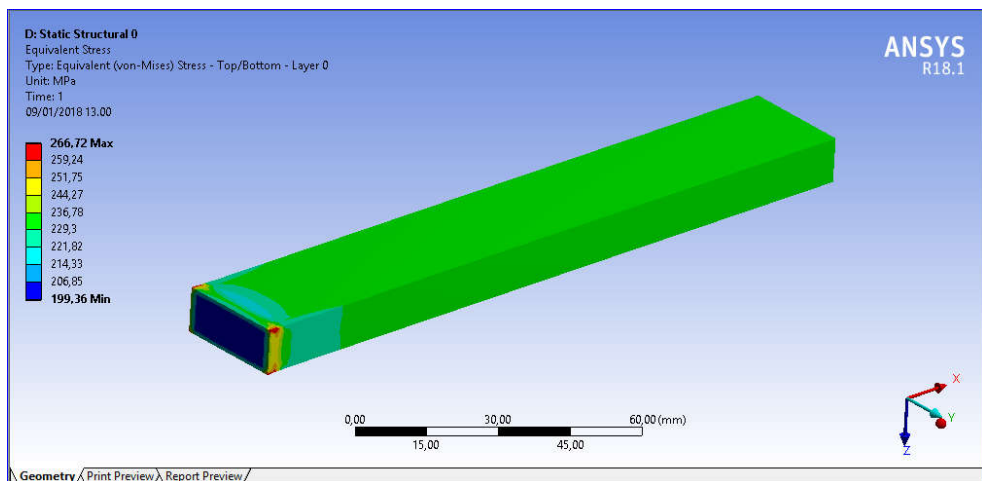
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

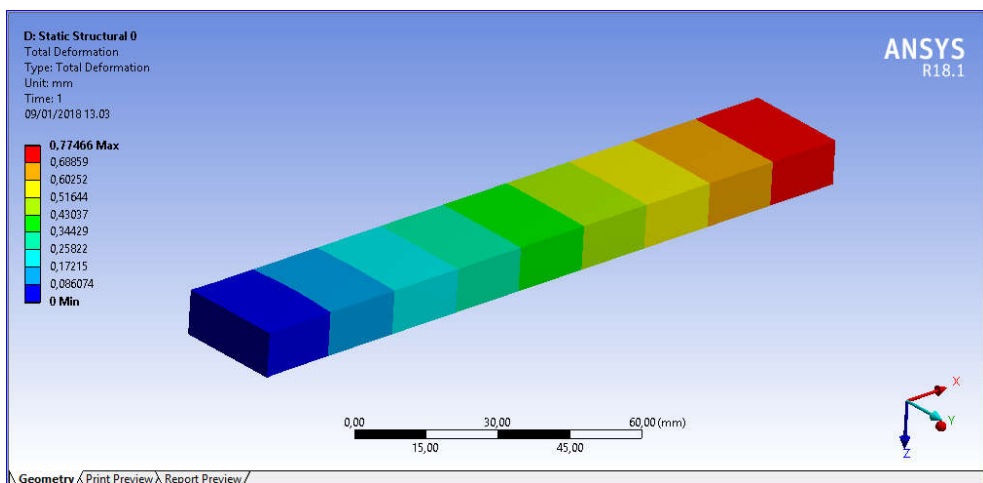
4.1 Hasil Simulasi dan Pembahasan

Dalam bab ini dijelaskan Hasil Simulasi dan pembahasan penelitian hasil dari *running* pemodelan pada perangkat lunak. Berdasarkan rumusan masalah, ada beberapa parameter yang di simulasikan yaitu tegangan maksimal dan total deformasi, berikut beberapa simulasi dengan variasi sudut :

4.1.1 Variasi Sudut 0°



Gambar 4.1 simulasi distribusi variasi sudut 0°



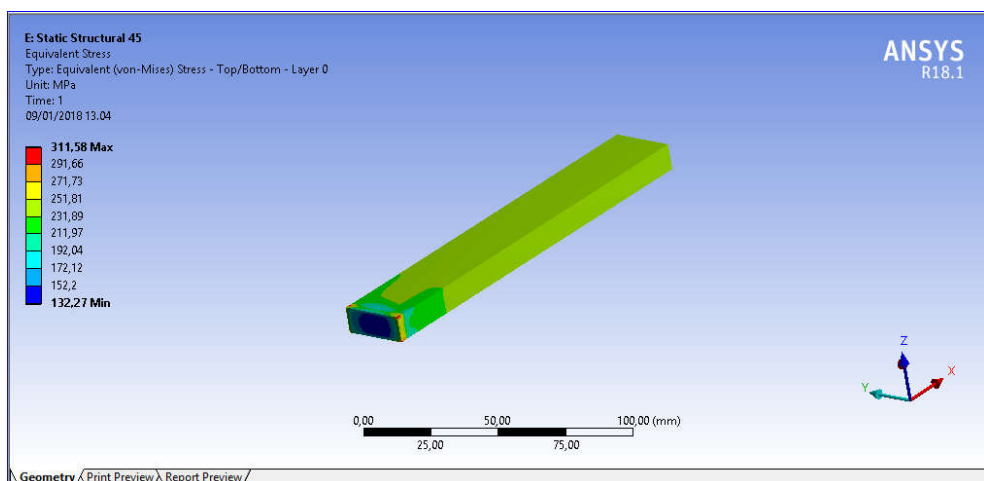
Gambar 4.1 simulasi distribusi variasi sudut 0°

Dalam simulasi ini pada materialnya didesain dengan arah sudut 0°, maka dihasilkan tegangan maksimal dan deformasi total yang bias dilihat pada Gambar 4.1 :

Pada simulasi Gambar 4.1 dengan software ansys, pembebanan yang diberikan adalah pembebanan tidak terpusat yaitu dengan cara beban diletakkan pada ujung specimen dengan beban sebesar 60000 N, dan didapatkan pembebanan maksimal (ditunjukkan dengan warna merah) pada daerah yang pertama kali menerima beban. Kemudian beban didistribusikan kesemua arah pada spesimen fiber tersebut. pada simulasi ini didapat nilai tensile stress sebesar 266,72 Mpa. Dengan total deformasi yakni 0,7446 mm. Dapat dilihat pada lampiran 1.

4.1.2 Variasi Sudut 45°

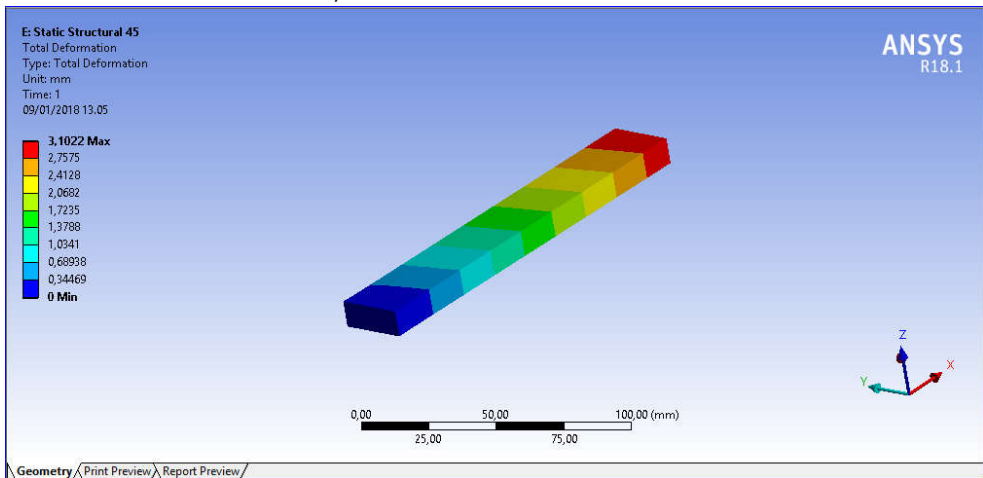
Dalam simulasi ini pada materialnya didesain dengan arah sudut 45°, maka dihasilkan tegangan maksimal dan deformasi total yang bias dilihat pada Gambar 4.2 :



Gambar 4.2 Simulasi distribusi variasi sudut 45°

Pada simulasi Gambar 4.2 dengan software ansys, pembebanan yang diberikan adalah pembebanan tidak terpusat yaitu dengan

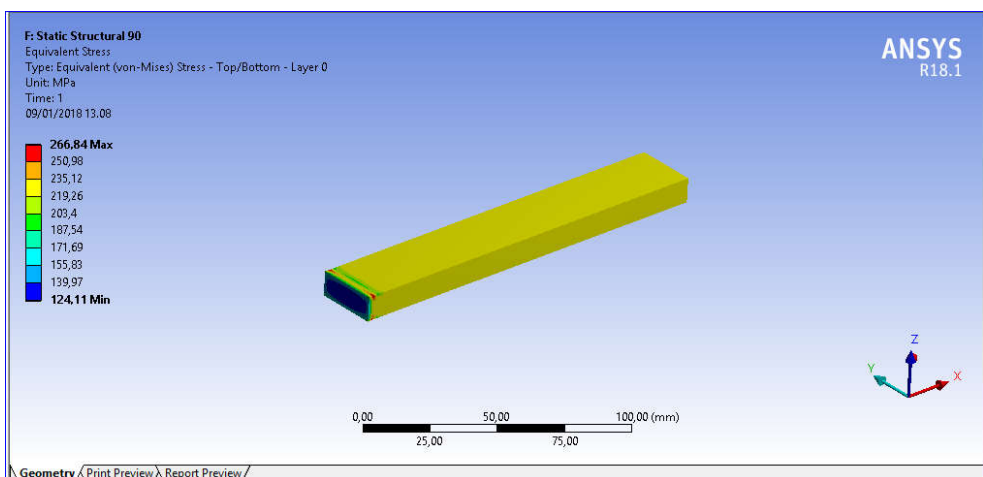
cara beban diletakkan pada ujung specimen dengan beban sebesar 60000 N,



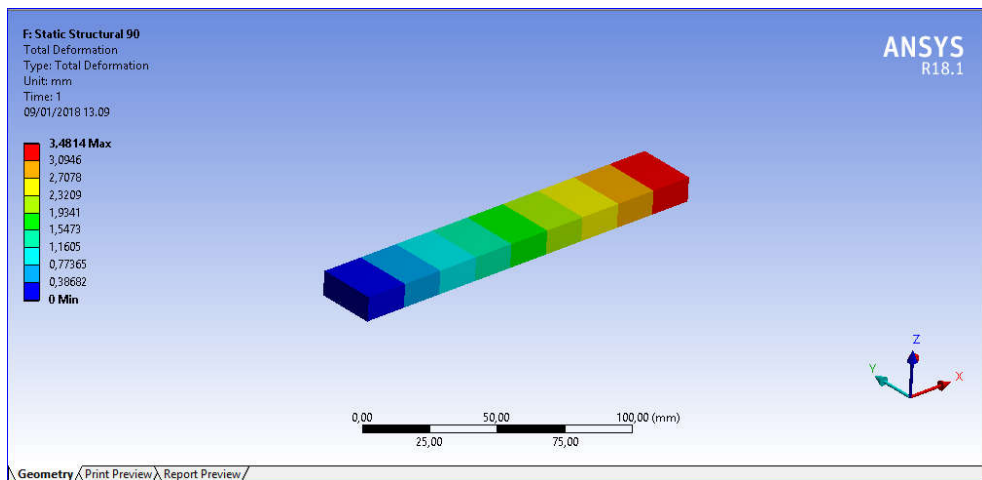
Gambar 4.2 Simulasi distribusi variasi sudut 45°

dan didapatkan pembebanan maksimal (ditunjukkan dengan warna merah) pada daerah yang pertama kali menerima beban. Kemudian beban didistribusikan kesemua arah pada specimen fiber tersebut. pada simulasi ini didapat nilai tensile stress sebesar 311,58 Mpa. Dengan total deformasi yakni 3,0122 mm. dapat dilihat pada lampiran 2.

4.1.3 Variasi Sudut 90°



Gambar 4.3 Simulasi distribusi variasi sudut 90°



Gambar 4.3 Simulasi distribusi variasi sudut 90°

Dalam simulasi ini pada materialnya didesain dengan arah sudut 90°, maka dihasilkan tegangan maksimal dan deformasi total yang bias dilihat pada Gambar 4.3 :

Pada simulasi Gambar 4.3 dengan software ansys, pembebanan yang diberikan adalah pembebanan tidak terpusat yaitu dengan cara beban diletakkan pada ujung specimen dengan beban sebesar 60000 N, dan didapatkan pembebanan maksimal (ditunjukkan dengan warna merah) pada daerah yang pertama kali menerima beban. Kemudian beban didistribusikan kesemua arah pada specimen fiber tersebut. pada simulasi ini didapat nilai tensile stress sebesar 266,84 Mpa. Dengan total deformasi yakni 3,481 mm. Dapat dilihat pada lampiran 3.

Fungsi warna pada simulasi Ansys merupakan skala tegangan yang dihasilkan dari pemodelan pengujian tarik. Warna biru tua menunjukkan nilai tegangan yang paling kecil yang diterima oleh elemen spesimen fiber, warna hijau menunjukkan nilai tegangan rata-rata yang diterima oleh spesimen antara maksimum dengan minimum, sedangkan warna merah menunjukkan nilai tegangan yang paling besar yang diterima oleh spesimen. Nilai hasil perbandingan dari berbagai sudut bias dilihat pada **Tabel 4.1** Hasil Perbandingan Variasi Sudut.

Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Variasi Sudut

No	Angle	Thickness	Force	Stress Maksimal	Total Deformation
1	0°	10,32	60 KN	266,72 Mpa	0,7744 mm
2	45°	10,32	60 KN	311,58 Mpa	3,1022 mm
3	90°	10,32	60 KN	266,84 Mpaa	3,4814 mm

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi pengujian laminasi dengan variasi sudut dapat disimpulkan bahwa :

Pada beban yang sama pada sudut 0° tensile stressnya 266,72 Mpa, pada sudut 45° tensile stressnya 311,58 Mpa, pada sudut 90° tensile stressnya 266,84 Mpa. Hasil yang bagus terdapat pada sudut 45° dengan tensile stressnya yakni 311,58 Mpa.

Pada simulasi ini didapatkan juga hasil panjang total deformasi untuk simulasi sudut 0° didapatkan total deformasi sebesar 0,7744 mm, sudut 45° didapatkan total deformasi sebesar 3,0122 mm, dan untuk sudut 90° didapatkan total deformasi sebesar 3,4814 mm. jadi hasil yang bagus terdapat pada sudut 0° dengan total deformasi sebesar 0,7744 mm.

Faktor-faktor yang mempengaruhi performa laminasi fiber yakni faktor serat, letak serat, panjang serat, dan bentuk serat. untuk sudut 45° lebih bagus, maka dapat dijamin arah serat saat proses layup, sehingga menghasilkan kekuatan yang lebih baik.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan beberapa variasi peletakan materialnya.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut dengan simulasi uji mekanik atau pembuatan manual.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

1. Daniel, Isaac M., **Engineering Mechanics Of Composite Materials**, New York, 2003
2. Schwartz, Mel. M., **Composite Materials Handbook**, McGraw-Hill, 1984
3. Jones, Robert M., **Mechanics Of Composite Materials**, McGraw-Hill, 1975
4. Hyer, M.W, **Stress Analysis Of Fiber-Reinforced Composite Materials**, McGraw-Hill, 1975



BIOGRAFI PENULIS

Penulis dilahirkan di kota Bontang, Kalimantan Timur pada tanggal 22 November 1994. Merupakan anak kedua dari lima bersaudara keluarga pasangan Bapak M. Suhud dan Ibu Devia Hartati. Telah menempuh pendidikan formal di MI Al-Islamiah Maduran - Lamongan, SMP Negeri 1 Maduran - Lamongan, SMA Wachid Hasjim Maduran - Lamongan dengan jurusan IPA. Melanjutkan studi Diploma-3 sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Bangunan Kapal, dengan Prodi Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2012 dan telah menyelesaikan studi pada tahun 2015. Kemudian melanjutkan studi Strata-1 melalui program lintas jalur sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan nomor registrasi mahasiswa 04211546000015.

Lampiran

9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File View Tools Units Extensions Jobs Help

Project

Import... Reconnect Refresh Project Update Project ACT Start Page

Toolbox

- Transient Structural
- Transient Structural (ABAQUS)
- Transient Structural (Samcef)
- Transient Thermal
- Transient Thermal (ABAQUS)
- Transient Thermal (Samcef)
- Turbomachinery FluidFlow
- Component Systems
 - ACP (Post)
 - ACP (Pre)
 - Autodyn
 - BladeGen
 - CFX
 - Engineering Data
 - External Data
 - External Model
 - Finite ElementModeler
 - Fluent
 - Fluent (with Fluent Meshing)
 - Geometry
 - ICEM CFD
 - Icepak
 - Mechanical APDL
 - Mechanical Model
 - Mesh
 - Microsoft Office Excel
 - Performance Map
 - Polyflow
 - Polyflow - Blow Molding
 - Polyflow - Extrusion
 - Results

Project Schematic

A

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 45 deg

B

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 45 deg

C

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 90 deg

D

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 0

E

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 45

F

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 90

Messages

	A	B	C	D
1	Type	Text	Association	Date/Time

Progress

	A	B	C
1	Status	Details	Progress

View All / Customize...

Double-click component to edit.

Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

21.47

9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File Edit View Tools Units Extensions Jobs Help

Project A2:Engineering Data

Filter Engineering Data Engineering Data Sources

Engineering Data Sources

	A	B	C	D	E
1	Contents of Engineering Data			Source	Description
2	Material				
3	Epoxy_Carbon_UD_2390			C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\data	
4	Epoxy_Carbon_Woven_			C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\data	
5	Epoxy_EGlass_UD			C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\data	
6	Resin_Epoxy			C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\data	
*	Click here to add a new material				

Table of Properties Row 2: Epoxy_EGlass_UD Field Variables

	A	B	C	D	E
1	Variable Name	Unit	Default Data	Lower Limit	Upper
2	Temperature	C	22	Program Controlled	Program C

Properties of Outline Row 5: Epoxy_EGlass_UD

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	2E-09	mm^3 t		
4	Orthotropic Elasticity				
5	Young's Modulus X direction	45000	MPa		
6	Young's Modulus Y direction	10000	MPa		
7	Young's Modulus Z direction	10000	MPa		
8	Poisson's Ratio XY	0,3			
9	Poisson's Ratio YZ	0,4			
10	Poisson's Ratio XZ	0,3			
11	Shear Modulus XY	5000	MPa		
12	Shear Modulus YZ	3846,2	MPa		
13	Shear Modulus XZ	5000	MPa		

Messages

Progress

Ready

Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

21.48

9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File Edit View Tools Units Extensions Jobs Help

Project A2:Engineering Data

Filter Engineering Data Engineering Data Sources

Toolbox

- Physical Properties
 - Linear Elastic
 - Hyperelastic Experimental Data
 - Hyperelastic
 - Chaboche Test Data
 - Plasticity
 - Creep
 - Life
 - Strength
 - Gasket
 - Viscoelastic Test Data
 - Viscoelastic
 - Shape Memory Alloy
 - Geomechanical
 - Damage
 - Cohesive Zone
 - Fracture Criteria
 - Thermal
 - Custom Material Models

Engineering Data Sources

	A	B	C	D
1	Data Source		Location	Description
9	Fluid Materials			Material samples specific for use in a fluid analysis
10	Composite Materials			Material samples specific for composite structures
11	Compositional Materials			General use material samples for use with

Outline of Composite Materials

	A	B	C	D	E
1	Contents of Composite Materials	Add		Source	Description
2	Material				
3	Epoxy Carbon UD (230 GPa) Prepreg			Composite_Materials.xml	
4	Epoxy Carbon UD (230 GPa) Wet			Composite_Materials.xml	
5	Epoxy Carbon UD			Composite_Materials.xml	

Properties of Outline Row 5: Epoxy Carbon Woven (230 GPa) Wet

	A	B	C
1	Property	Value	Unit
2	Density	1,451E-09	mm ³ t
3	Orthotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion		
8	Orthotropic Elasticity		
9	Young's Modulus X direction	59160	MPa
10	Young's Modulus Y direction	59160	MPa
11	Young's Modulus Z direction	7500	MPa

Table of Properties Row 2: Density

	A
1	Density (mm ³ t)
2	1,451E-09

Chart: No data

Messages

Progress

Ready

Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

21.48

9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File Edit View Tools Units Extensions Jobs Help

Project A2:Engineering Data

Filter Engineering Data Engineering Data Sources

Toolbox

- Physical Properties
 - Linear Elastic
 - Hyperelastic Experimental Data
 - Hyperelastic
 - Chaboche Test Data
 - Plasticity
 - Creep
 - Life
 - Strength
 - Gasket
 - Viscoelastic Test Data
 - Viscoelastic
 - Shape Memory Alloy
 - Geomechanical
 - Damage
 - Cohesive Zone
 - Fracture Criteria
 - Thermal
 - Custom Material Models

Engineering Data Sources

	A	B	C	D
1	Data Source		Location	Description
9	Fluid Materials			Material samples specific for use in a fluid analysis
10	Composite Materials			Material samples specific for composite structures
11	Compositional Materials			General use material samples for use with

Outline of Composite Materials

	A	B	C	D	E
1	Contents of Composite Materials	Add		Source	Description
	Prepreg				
9	Epoxy E-Glass UD			Composite_Materials.xml	
10	Epoxy E-Glass Wet			Composite_Materials.xml	
11	Epoxy S-Glass UD			Composite_Materials.xml	
12	Honeycomb			Composite_Materials.xml	

Properties of Outline Row 5: Epoxy Carbon Woven (230 GPa) Wet

	A	B	C
1	Property	Value	Unit
2	Density	1,451E-09	mm ⁻³ t
3	Orthotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion		
8	Orthotropic Elasticity		
9	Young's Modulus X direction	59160	MPa
10	Young's Modulus Y direction	59160	MPa
11	Young's Modulus Z direction	7500	MPa

Table of Properties Row 2: Density

	A
1	Density (mm ⁻³ t)
2	1,451E-09

Chart: No data

Messages

Progress

Ready

Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

21.49

9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File Edit View Tools Units Extensions Jobs Help

Project A2:Engineering Data

Filter Engineering Data Engineering Data Sources

Toolbox

- Physical Properties
- Linear Elastic
- Hyperelastic Experimental Data
- Hyperelastic
- Chaboche Test Data
- Plasticity
- Creep
- Life
- Strength
- Gasket
- Viscoelastic Test Data
- Viscoelastic
- Shape Memory Alloy
- Geomechanical
- Damage
- Cohesive Zone
- Fracture Criteria
- Thermal
- Custom Material Models

Engineering Data Sources

	A	B	C	D
1	Data Source		Location	Description
9	Fluid Materials			Material samples specific for use in a fluid analysis
10	Composite Materials			Material samples specific for composite structures
11	Compositional Materials			General use material samples for use with

Outline of Composite Materials

	A	B	C	D	E
1	Contents of Composite Materials	Add		Source	Description
14	-3)			Composite_Materials.xml	
15	Resin Epoxy			Composite_Materials.xml	
16	Resin Polyester			Composite_Materials.xml	
17	SAN Foam (103 k^-3)			Composite_Materials.xml	

Properties of Outline Row 5: Epoxy Carbon Woven (230 GPa) Wet

	A	B	C
1	Property	Value	Unit
2	Density	1,451E-09	mm^-3 t
3	Orthotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion		
8	Orthotropic Elasticity		
9	Young's Modulus X direction	59160	MPa
10	Young's Modulus Y direction	59160	MPa
11	Young's Modulus Z direction	7500	MPa

Table of Properties Row 2: Density

	A
1	Density (mm^-3 t)
2	1,451E-09

Chart: No data

Messages

Progress

Ready

Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

21.49

9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File Edit View Tools Units Extensions Jobs Help

Project A2:Engineering Data

Filter Engineering Data Engineering Data Sources

Toolbox

- Physical Properties
 - Linear Elastic
 - Hyperelastic Experimental Data
 - Hyperelastic
 - Chaboche Test Data
 - Plasticity
 - Creep
 - Life
 - Strength
 - Gasket
 - Viscoelastic Test Data
 - Viscoelastic
 - Shape Memory Alloy
 - Geomechanical
 - Damage
 - Cohesive Zone
 - Fracture Criteria
 - Thermal
 - Custom Material Models

Outline of Schematic A2: Engineering Data

	A	B	C	D	E
1	Contents of Engineering Data			Source	Description
2	Material				
3	Epoxy_Carbon_UD_230			C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\data	
4	Epoxy_Carbon_Woven			C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\data	
5	Epoxy_EGlass_UD			C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\data	
6	Resin_Epoxy			C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\data	
*	Click here to add a new material				

Properties of Outline Row 5: Epoxy_EGlass_UD

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	2E-09	mm^3 t		
4	Orthotropic Elasticity				
5	Young's Modulus X direction	45000	MPa		
6	Young's Modulus Y direction	10000	MPa		
7	Young's Modulus Z direction	10000	MPa		
8	Poisson's Ratio XY	0,3			
9	Poisson's Ratio YZ	0,4			
10	Poisson's Ratio XZ	0,3			
11	Shear Modulus XY	5000	MPa		
12	Shear Modulus YZ	3846,2	MPa		
13	Shear Modulus XZ	5000	MPa		

Table of Properties Row 2: Epoxy_EGlass_UD Field Variables

	A	B	C	D	E
1	Variable Name	Unit	Default Data	Lower Limit	Upper
2	Temperature	C	22	Program Controlled	Program C

Chart: No data

Messages

Progress

Ready

Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

21.49

9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File View Tools Units Extensions Jobs Help

Project

Import... Reconnect Refresh Project Update Project ACT Start Page

Toolbox

Analysis Systems

- Design Assessment
- Eigenvalue Buckling
- Eigenvalue Buckling (Samcef)
- Electric
- Explicit Dynamics
- Fluid Flow - Blow Molding (Polyflow)
- Fluid Flow - Extrusion (Polyflow)
- Fluid Flow (CFX)
- Fluid Flow (Fluent)
- Fluid Flow (Polyflow)
- Harmonic Response
- Hydrodynamic Diffraction
- Hydrodynamic Response
- IC Engine (Fluent)
- IC Engine (Forte)
- Magnetostatic
- Modal
- Modal (ABAQUS)
- Modal (Samcef)
- Random Vibration
- Response Spectrum
- Rigid Dynamics
- Static Structural
- Static Structural (ABAQUS)
- Static Structural (Samcef)
- Steady-State Thermal
- Steady-State Thermal (ABAQUS)
- Steady-State Thermal (Samcef)
- Thermal-Electric
- Throughflow

Project Schematic

A

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre)

B

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 45 deg

C

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 90 deg

E

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 45

F

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 90

Messages

	A	B	C	D
1	Type	Text	Association	Date/Time

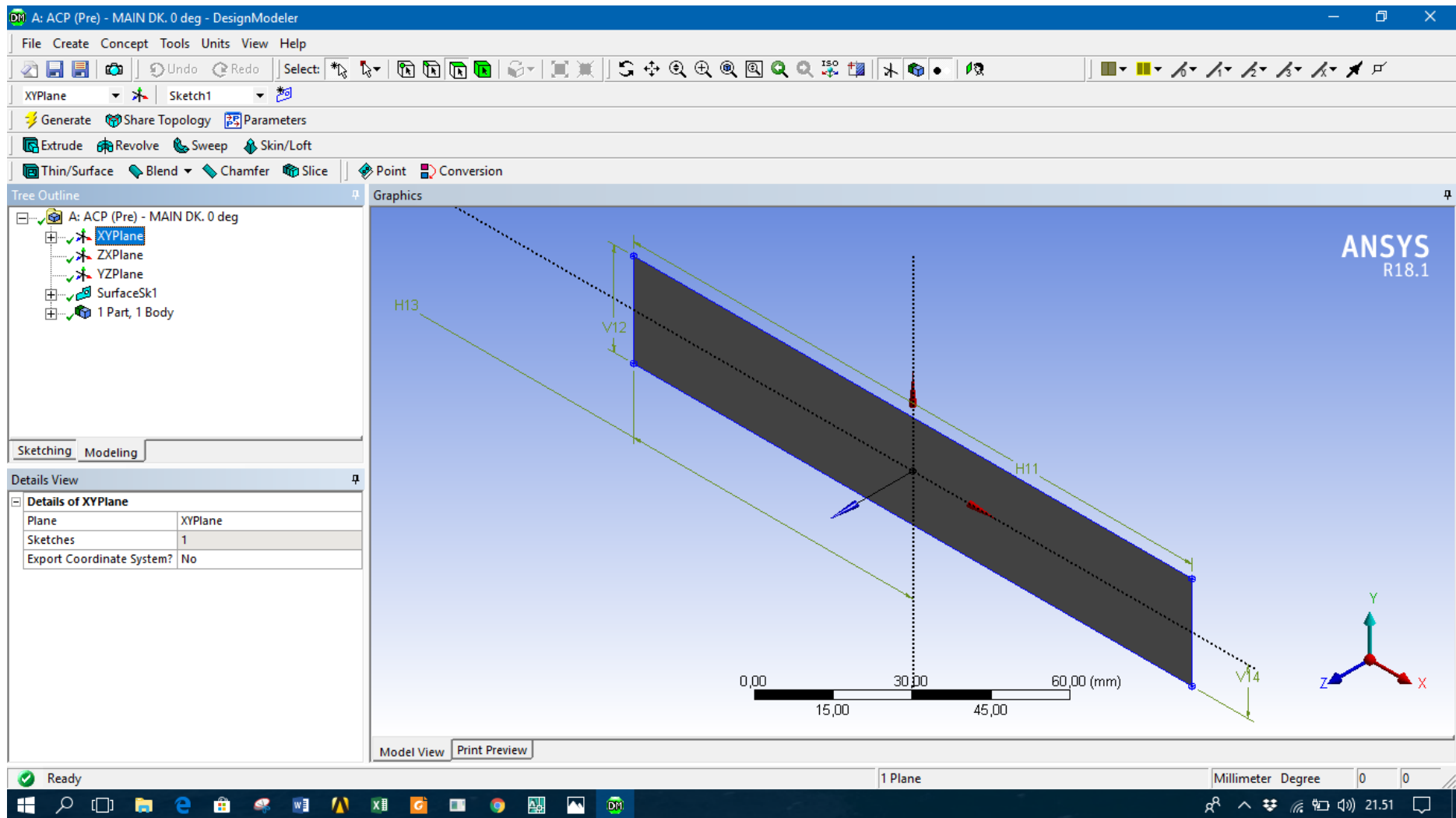
Progress

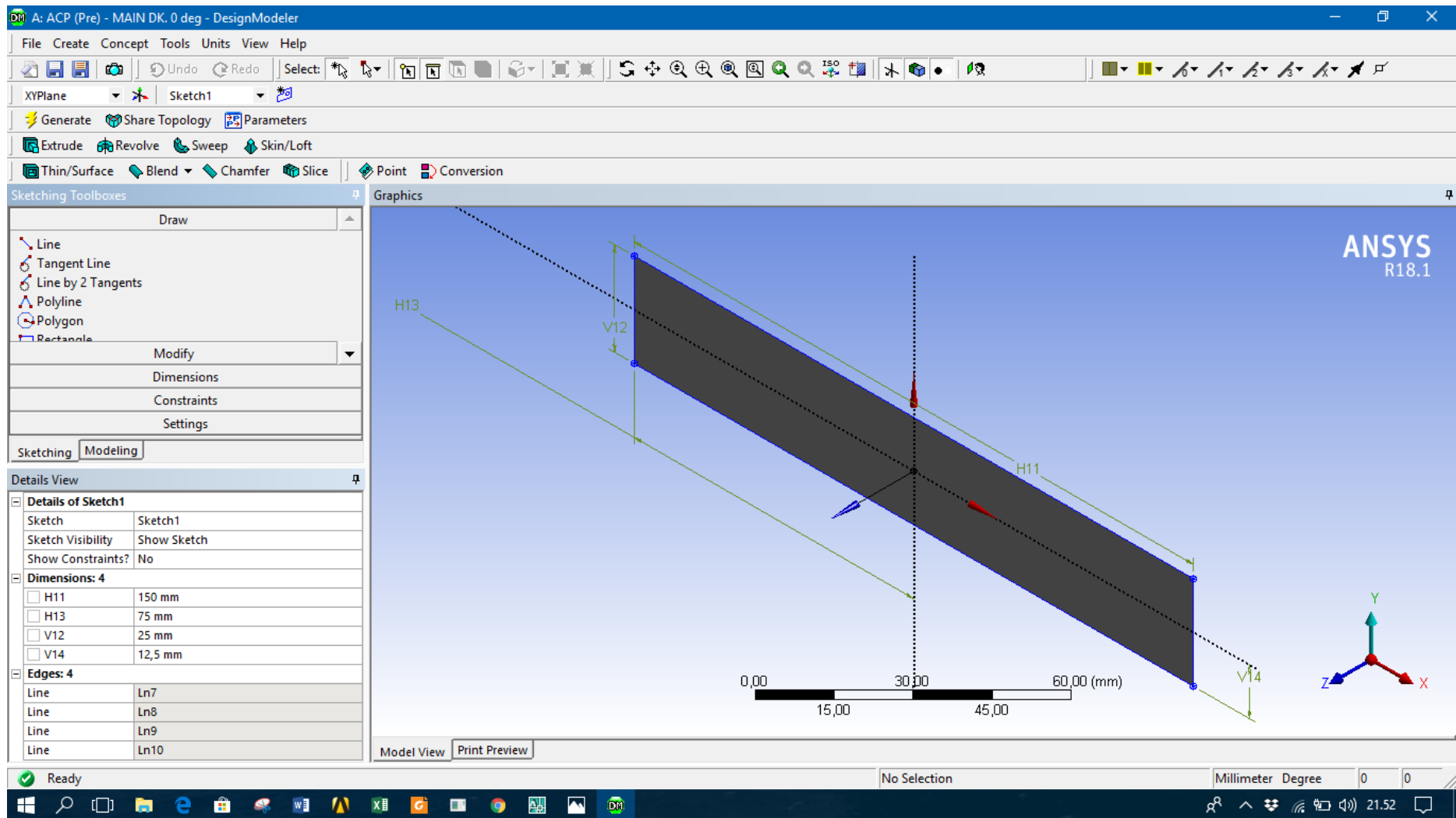
	A	B	C
1	Status	Details	Progress

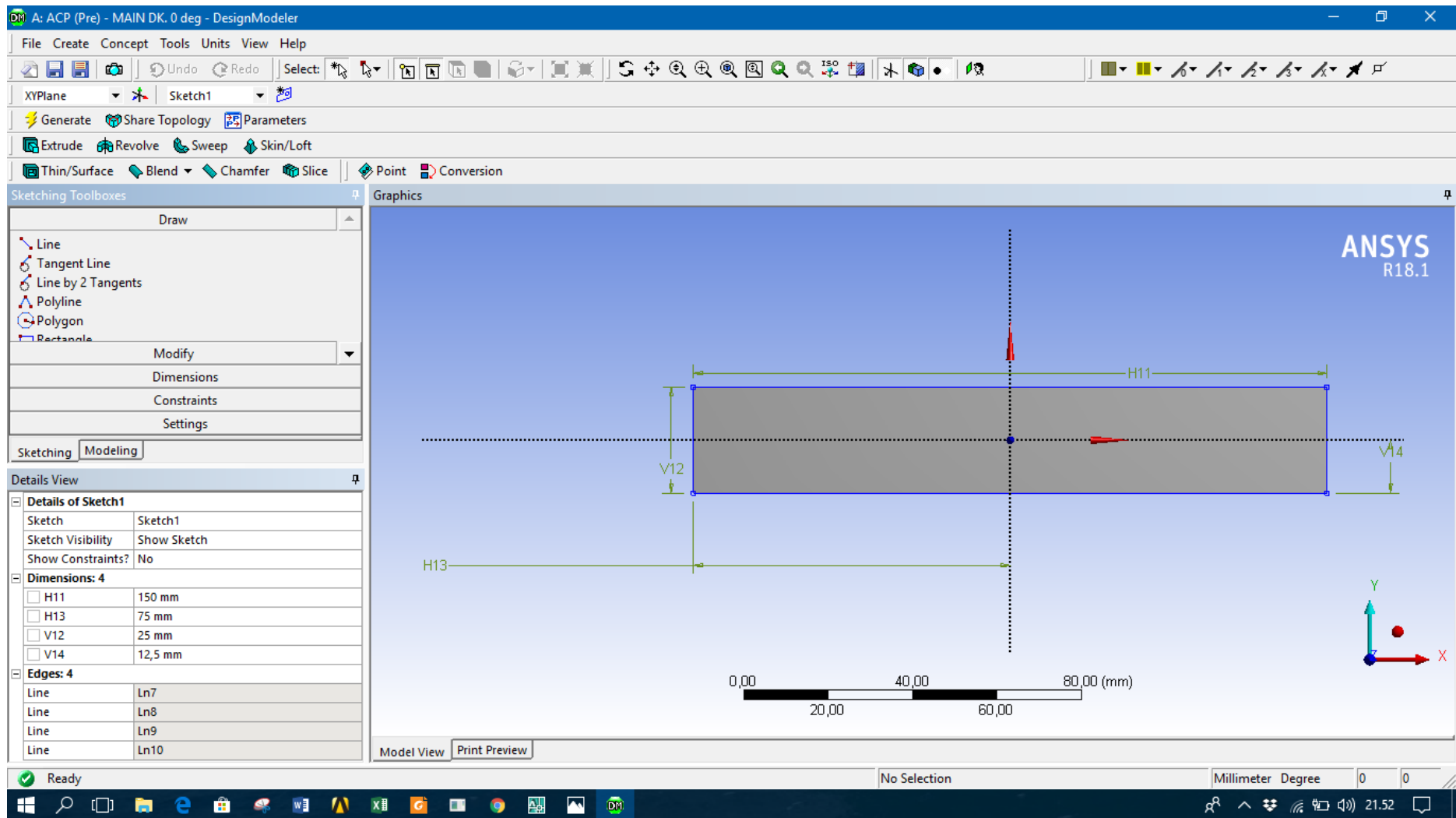
Double-click component to edit.

Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

21.50







9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File View Tools Units Extensions Jobs Help

Project

Import... Reconnect Refresh Project Update Project ACT Start Page

Toolbox

Analysis Systems

- Design Assessment
- Eigenvalue Buckling
- Eigenvalue Buckling (Samcef)
- Electric
- Explicit Dynamics
- Fluid Flow - Blow Molding (Polyflow)
- Fluid Flow - Extrusion (Polyflow)
- Fluid Flow (CFX)
- Fluid Flow (Fluent)
- Fluid Flow (Polyflow)
- Harmonic Response
- Hydrodynamic Diffraction
- Hydrodynamic Response
- IC Engine (Fluent)
- IC Engine (Forte)
- Magnetostatic
- Modal
- Modal (ABAQUS)
- Modal (Samcef)
- Random Vibration
- Response Spectrum
- Rigid Dynamics
- Static Structural
- Static Structural (ABAQUS)
- Static Structural (Samcef)
- Steady-State Thermal
- Steady-State Thermal (ABAQUS)
- Steady-State Thermal (Samcef)
- Thermal-Electric
- Throughflow

Project Schematic

A

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 45 deg

B

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

MAIN DK. 45 deg

C

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 90 deg

D

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 0

E

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 45

F

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 90

Messages

	A	B	C	D
1	Type	Text	Association	Date/Time

Progress

	A	B	C
1	Status	Details	Progress

Right-click to update component.

Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

21.53

ANSYS Mechanical Enterprise interface showing a 3D model of a mechanical part.

Window Title: A : ACP (Pre) - MAIN DK. 0 deg - Mechanical [ANSYS Mechanical Enterprise]

Menu Bar: File Edit View Units Tools Help

Toolbar: Solve, Show Errors, Worksheet, etc.

Properties Panel (Left):

- Outline:** Project, Model (A4), Geometry, Surface Body, Coordinate Systems, Mesh, Face Sizing.
- Details of "Geometry":**
 - Length Unit: Meters
 - Element Control: Program Controlled
 - Display Style: Body Color
 - Bounding Box:**
 - Length X: 150, mm
 - Length Y: 25, mm
 - Length Z: 0, mm
 - Properties:**
 - Volume: 4800, mm³
 - Mass: 9,6e-003 kg
 - Surface Area: 3750, mm²
 - Scale Factor: 1

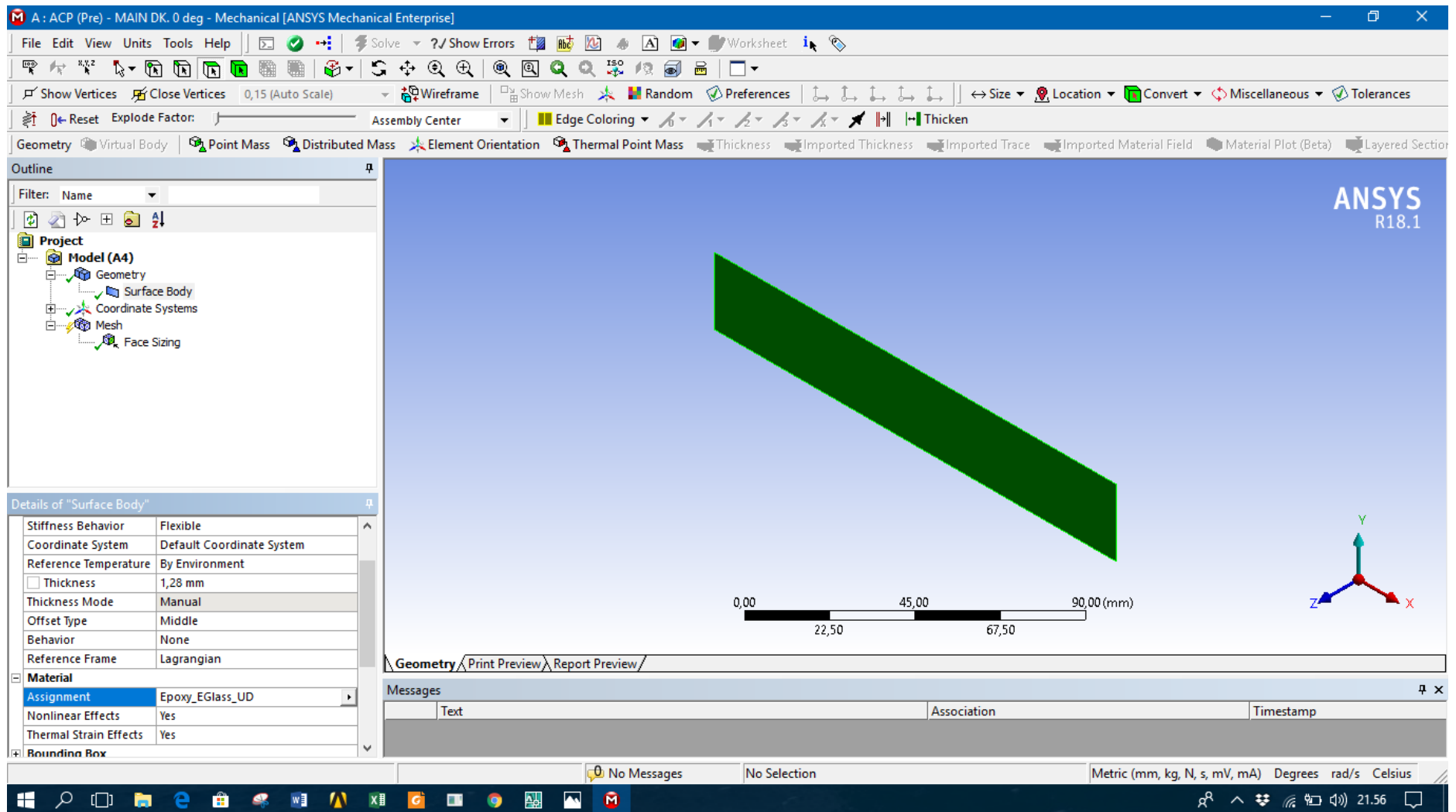
3D Model View:

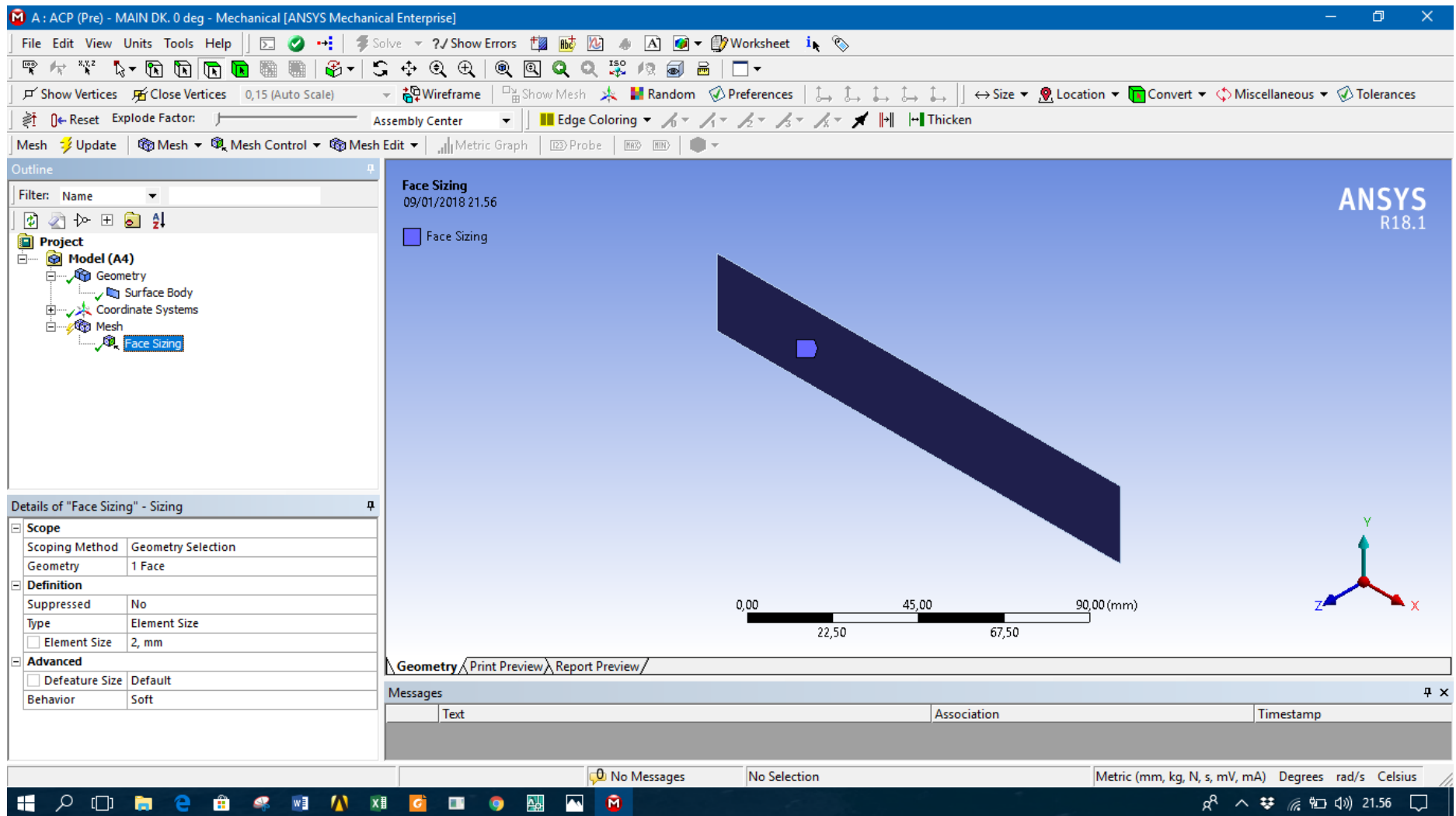
- ANSYS R18.1 logo.
- 3D model of a mechanical part (a plate with a diagonal cut).
- Coordinate system (X, Y, Z).
- Dimensions: 0,00, 22,50, 45,00, 67,50, 90,00 (mm).

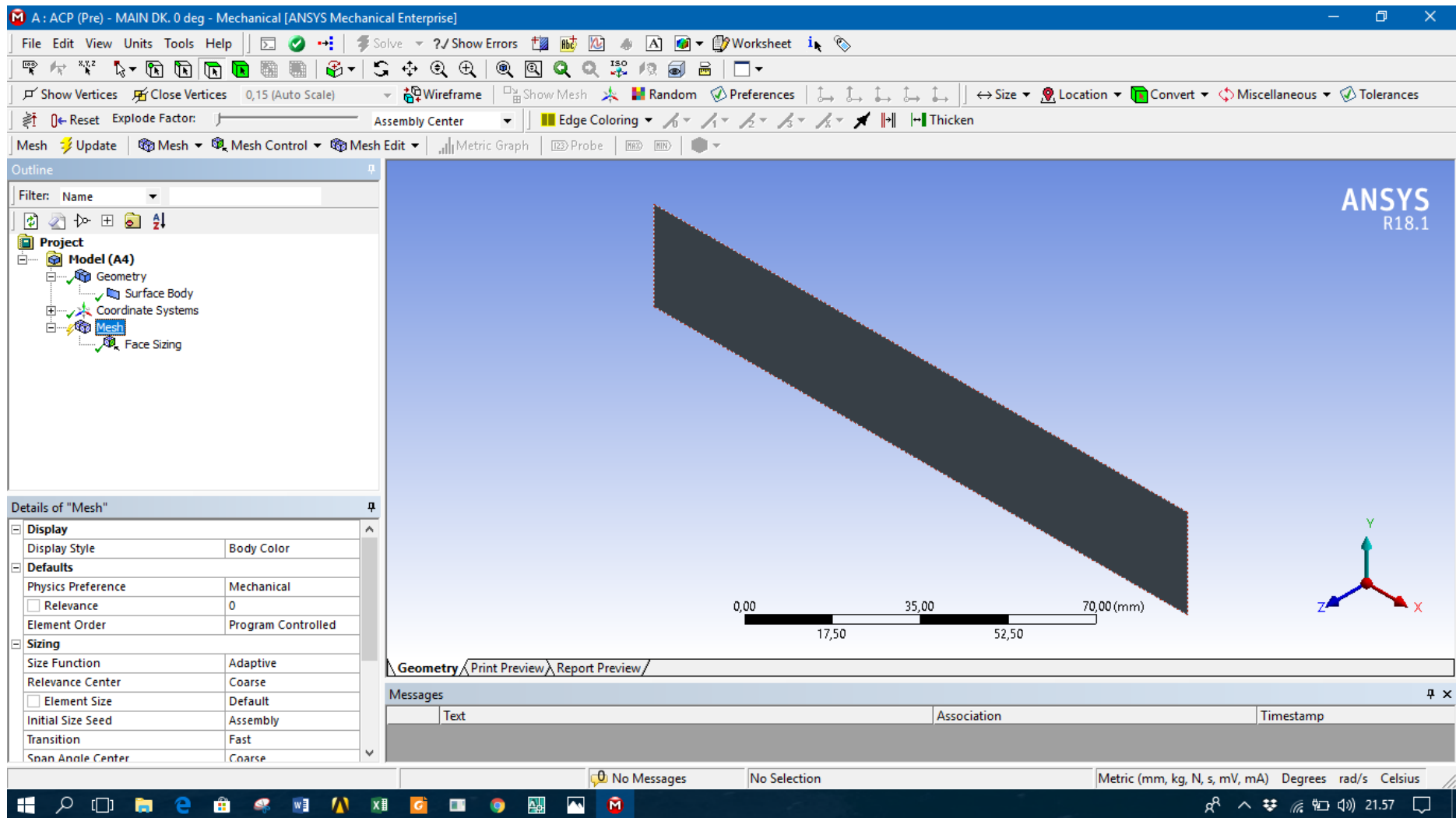
Messages Panel (Bottom):

Text	Association	Timestamp
No Messages		

Bottom Bar: Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius 21.55







9. FRP TENSILE TEST - Workbench

FileViewToolsUnitsExtensionsHelp

Import...ReconnectRefresh ProjectUpdate Project

Toolbox

Analysis Systems

Design Assessment

Electric

Explicit Dynamics

Fluid Flow - Blow Molding (Polyflow)

Fluid Flow - Extrusion (Polyflow)

Fluid Flow (CFX)

Fluid Flow (Fluent)

Fluid Flow (Polyflow)

Harmonic Response

Hydrodynamic Diffraction

Hydrodynamic Time Response

IC Engine

Linear Buckling

Linear Buckling (Samcef)

Magnetostatic

Modal

Modal (Samcef)

Random Vibration

Response Spectrum

Rigid Dynamics

Static Structural

Static Structural (Samcef)

Steady-State Thermal

Steady-State Thermal (Samcef)

Thermal-Electric

Throughflow

Transient Structural

Transient Structural (Samcef)

Transient Thermal

Transient Thermal (Samcef)

Component Systems

ACP (Post)

ACP (Pre)

Autodyn

BladeGen

CFX

Engineering Data

Explicit Dynamics (LS-DYNA Export)

External Data

External Model

Finite Element Modeler

Fluent

Fluent (with TGrid meshing)

Geometry

ICEM CFD

Icepak

Mechanical APDL

View All / Customize...

Project Schematic

1

ACP (Pre)

✓

2

Engineering Data

✓

3

Geometry

✓

4

Model

✓

5

Setup

✓

ACP (Pre) -

1

ACP (Pre)

✓

2

Engineering Data

✓

3

Geometry

✓

4

Model

✓

5

Setup

✓

Pre) - MAIN DK. 45 deg

1

ACP (Pre)

✓

2

Engineering Data

✓

3

Geometry

✓

4

Model

✓

5

Setup

✓

ACP (Pre) - MAIN DK. 90 deg

1

Static Structural

✓

2

Model

✓

3

Setup

✓

4

Solution

✓

5

Results

✓

Static Structural 45

1

Static Structural

✓

2

Model

✓

3

Setup

✓

4

Solution

✓

5

Results

✓

Static Structural 90

Messages

1

Type

Progress

1

Status

Details

Progress

Properties of Schematic A5: Setup

1

Property

A

B

2

General

3

Component ID

Setup

4

Directory Name

ACP-Pre

5

Notes

6

Used Licenses

7

Last Update Used Licenses

ANSYS Composite PrepPost

8

Geometry

9

Load Model Geometry

Activate Windows

Go to Settings to activate Windows.

Hide Progress

Hide 0 Messages

09.37

09/01/2018

9, FRP TENSILE TEST - Workbench

FileViewToolsUnitsExtensionsHelp

Project

Import...ReconnectRefresh ProjectUpdate Project

Toolbox

Analysis Systems

Design Assessment

Electric

Explicit Dynamics

Fluid Flow - Blow Molding (Polyflow)

Fluid Flow - Extrusion (Polyflow)

Fluid Flow (CFX)

Fluid Flow (Fluent)

Fluid Flow (Polyflow)

Harmonic Response

Hydrodynamic Diffraction

Hydrodynamic Time Response

IC Engine

Linear Buckling

Linear Buckling (Samcef)

Magnetostatic

Modal

Modal (Samcef)

Random Vibration

Response Spectrum

Rigid Dynamics

Static Structural

Static Structural (Samcef)

Steady-State Thermal

Steady-State Thermal (Samcef)

Thermal-Electric

Throughflow

Transient Structural

Transient Structural (Samcef)

Transient Thermal

Transient Thermal (Samcef)

Component Systems

ACP (Post)

ACP (Pre)

Autodyn

BladeGen

CFX

Engineering Data

Explicit Dynamics (LS-DYNA Export)

External Data

External Model

Finite Element Modeler

Fluent

Fluent (with TGrid meshing)

Geometry

ICEM CFD

Icepak

Mechanical APDL

View All / Customize...

Project Schematic

A

B

C

1

ACP (Pre)

1

ACP (Pre)

1

ACP (Pre)

C:\Program Files\ANSYS Inc\v150\ACP\ACP.exe

Properties of Schematic A5: Setup

	A	B
1	Property	Value
2	General	
3	Component ID	Setup
4	Directory Name	ACP-Pre
5	Notes	
6	Notes	
7	Used Licenses	
8	Last Update Used Licenses	ANSYS Composite PrepPost
9	Geometry	
10	Load Model Geometry	<input type="checkbox"/>

Progress

	A	B	C
1	Status	Details	Progress

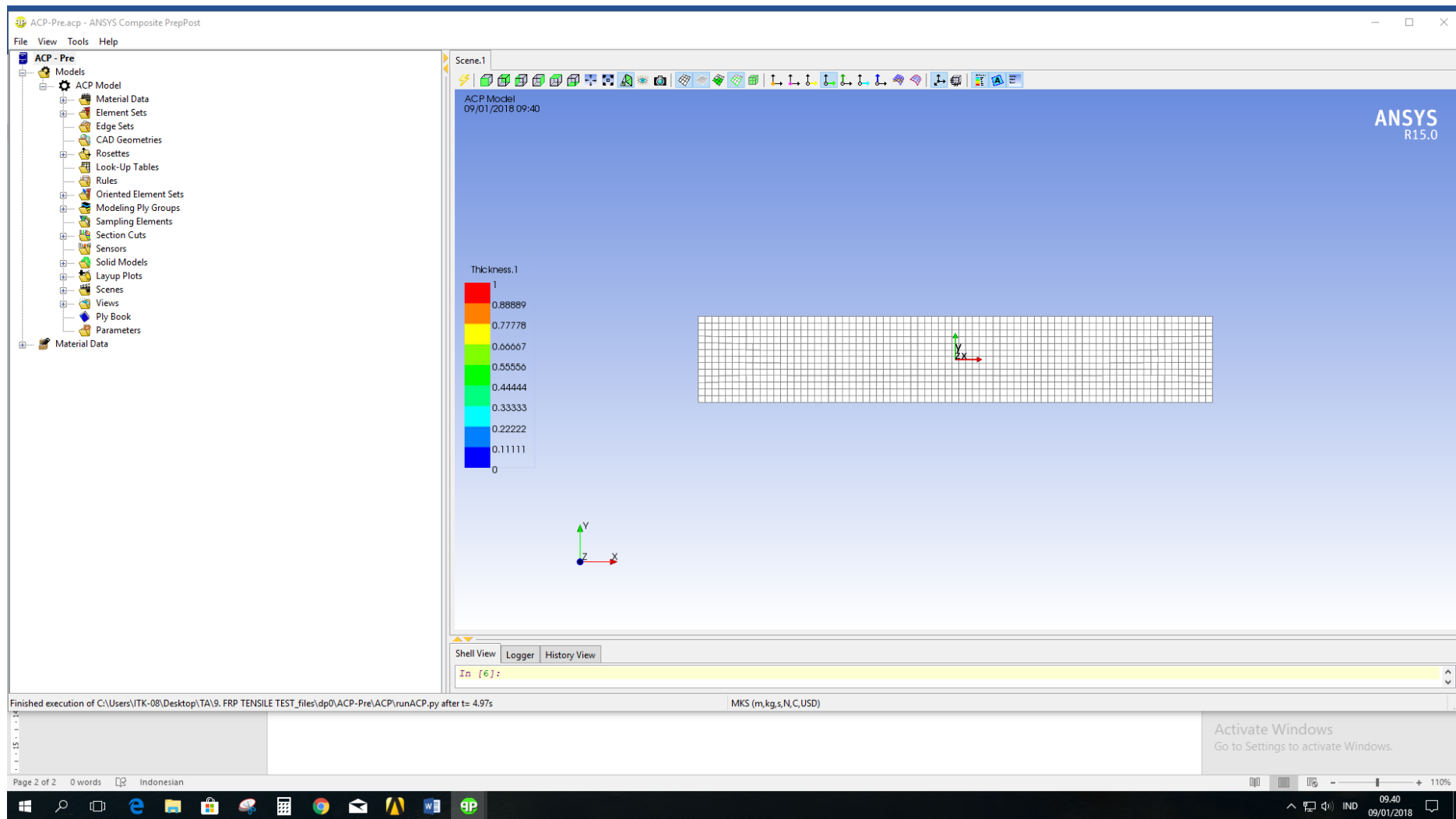
Activate Windows

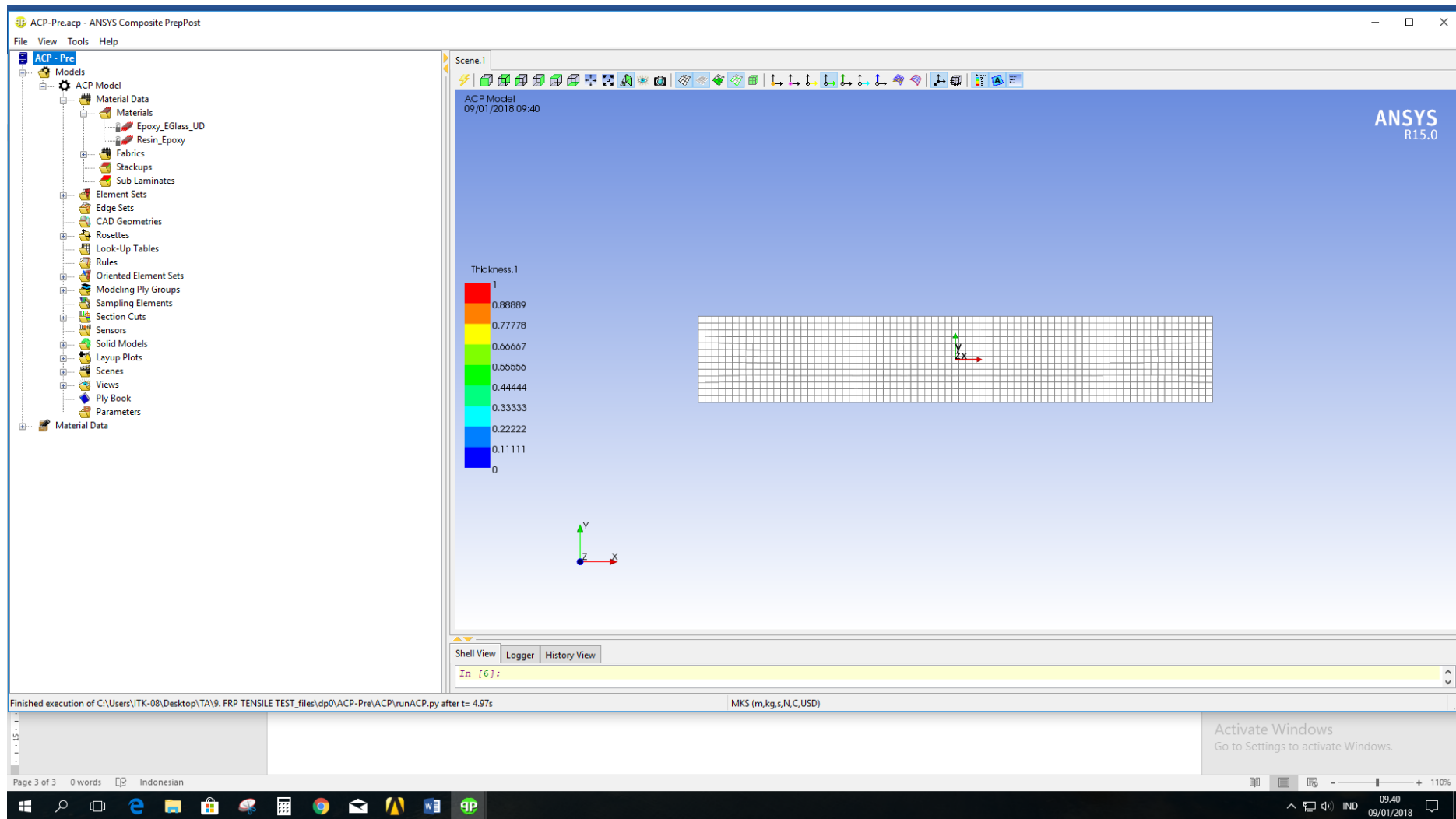
Go to Settings to activate Windows.

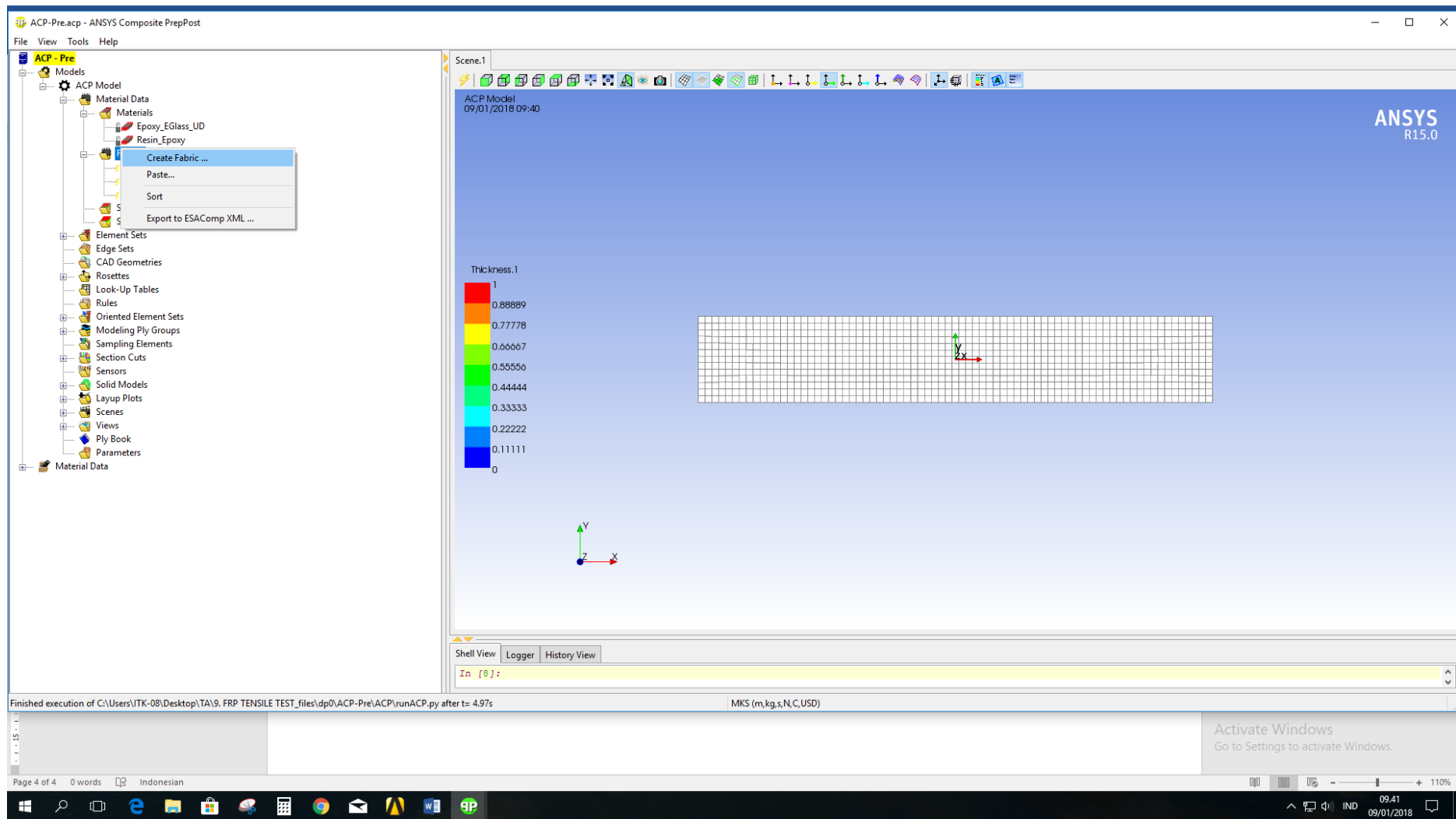
Starting ACP...

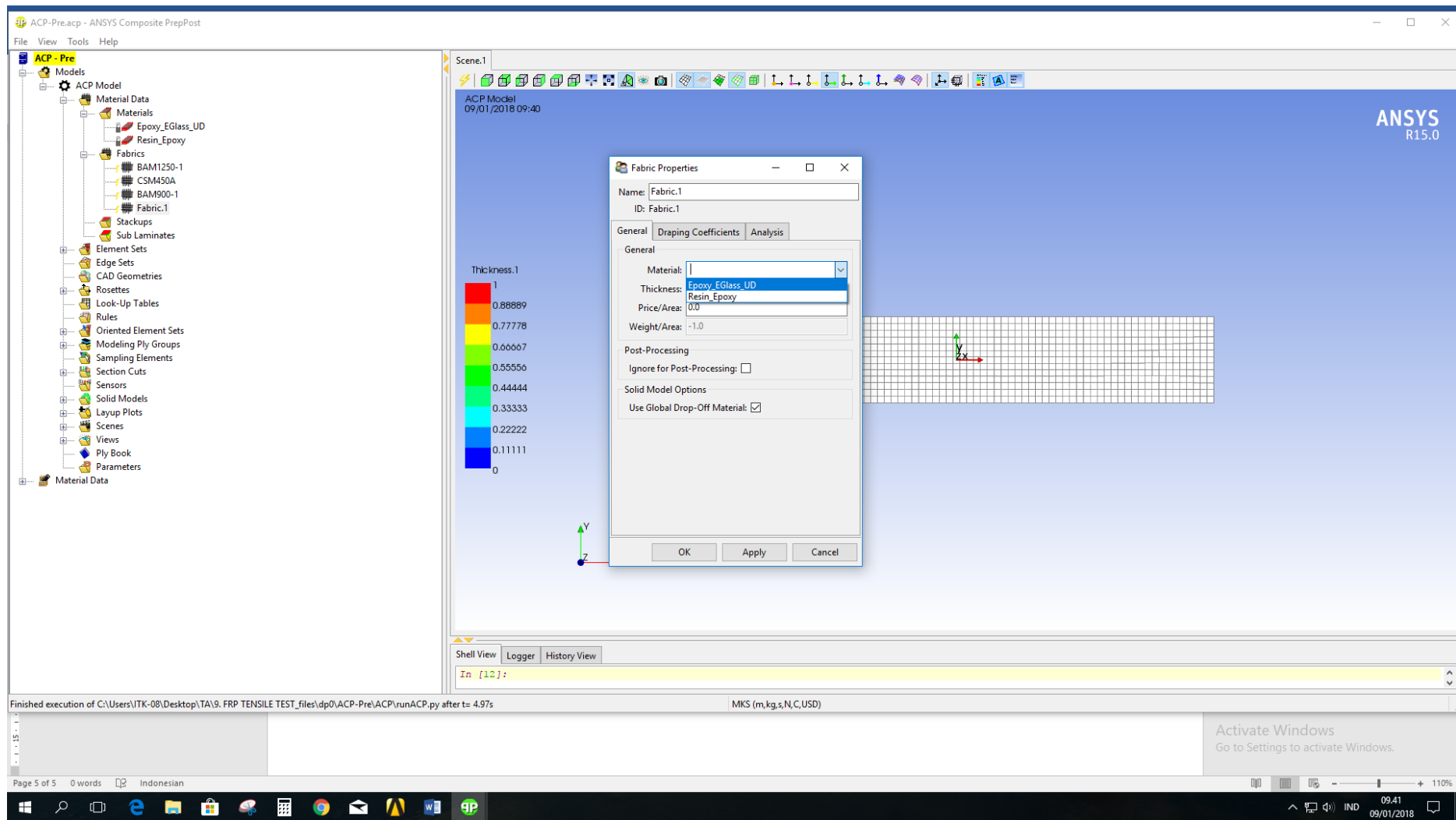
Hide ProgressHide 0 Messages

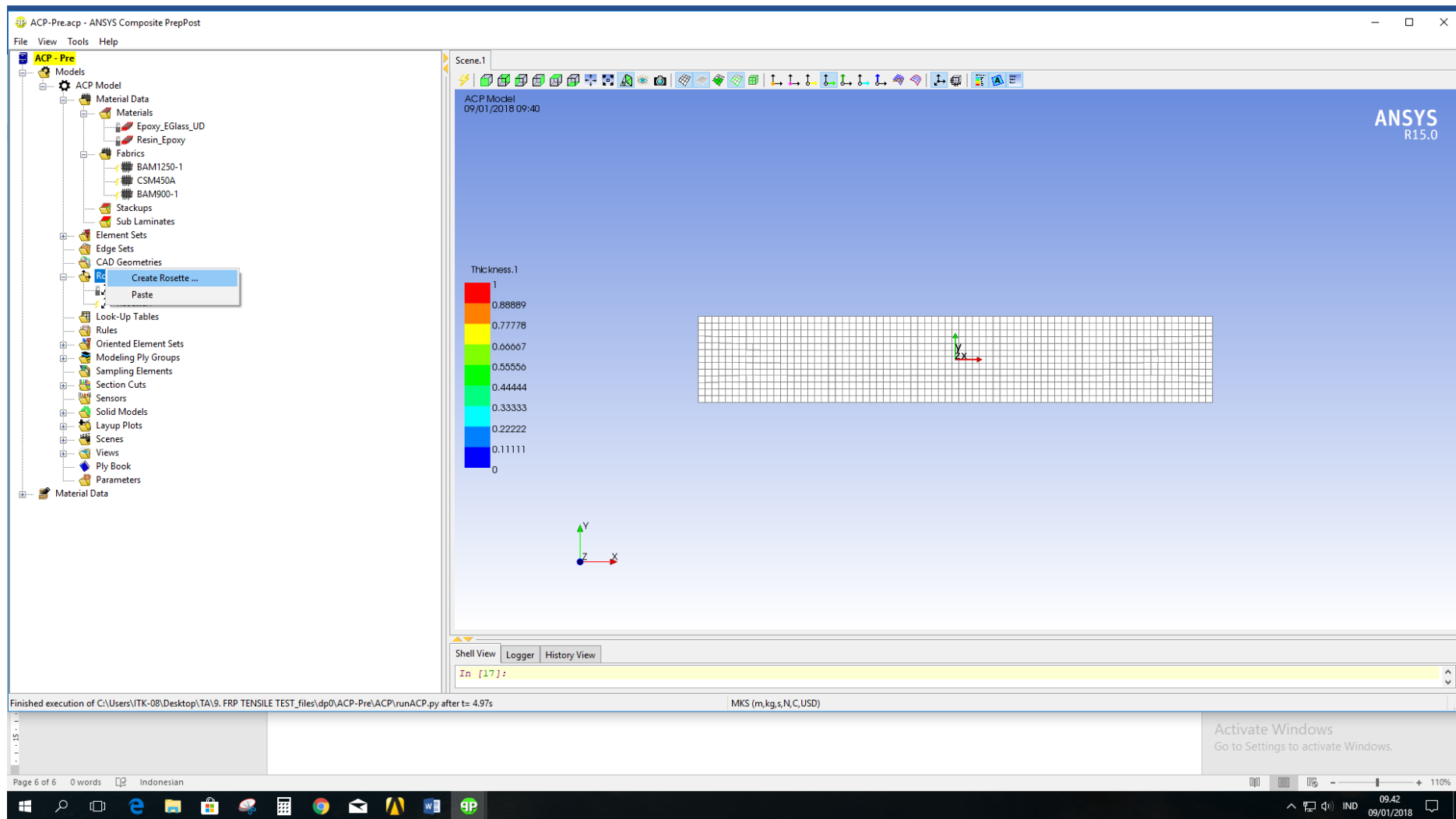
09:40
09/01/2018

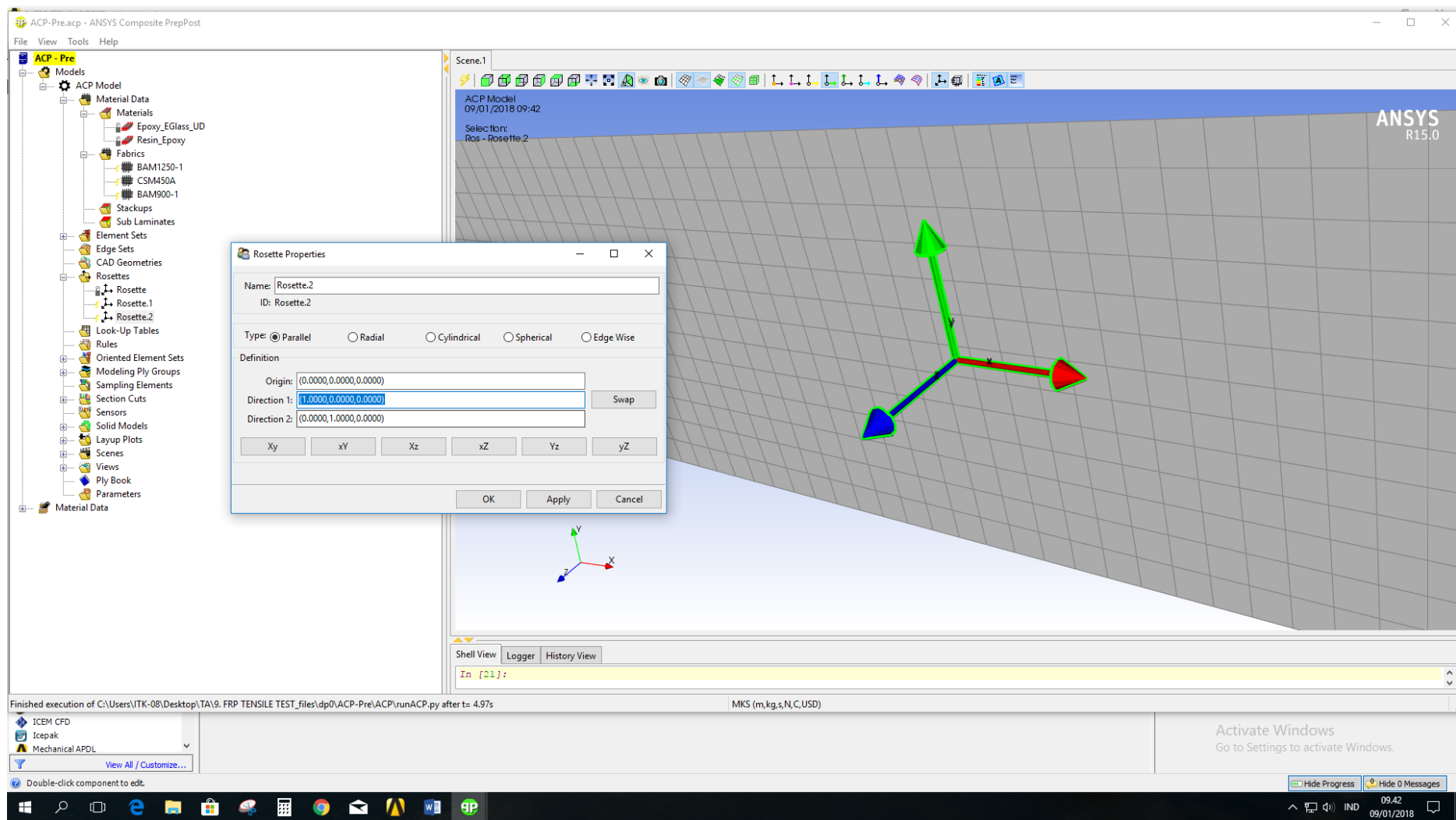


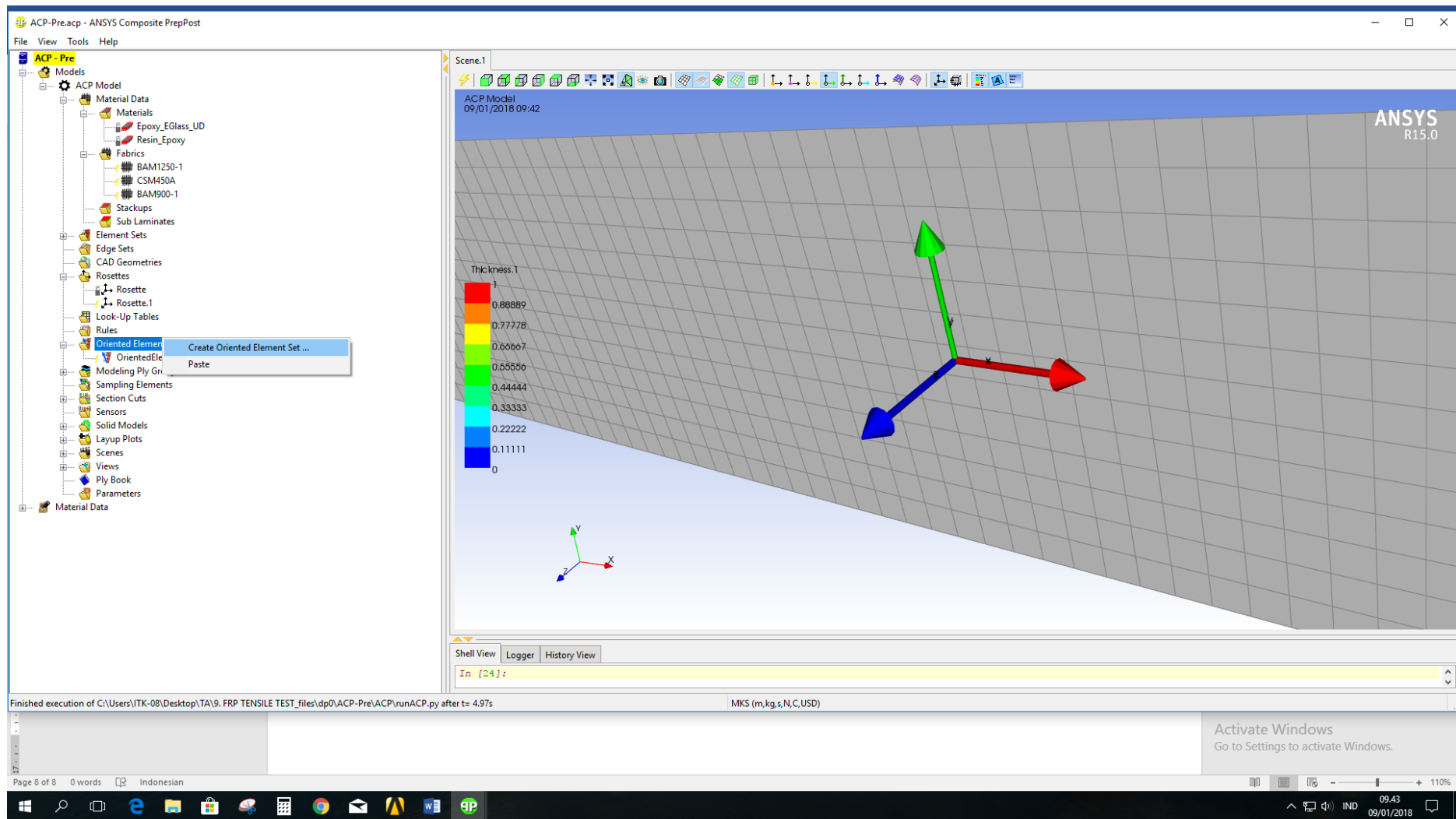


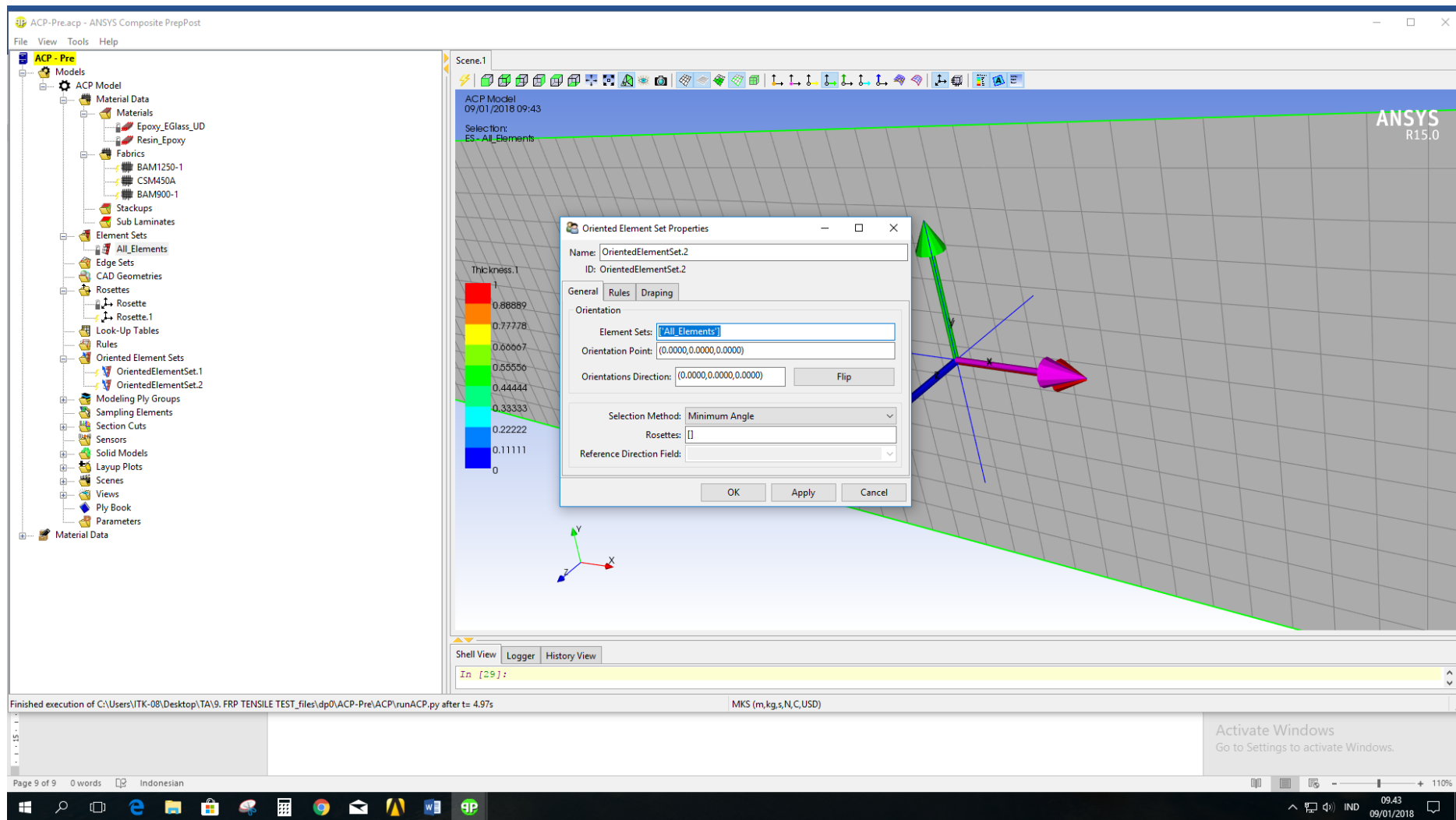


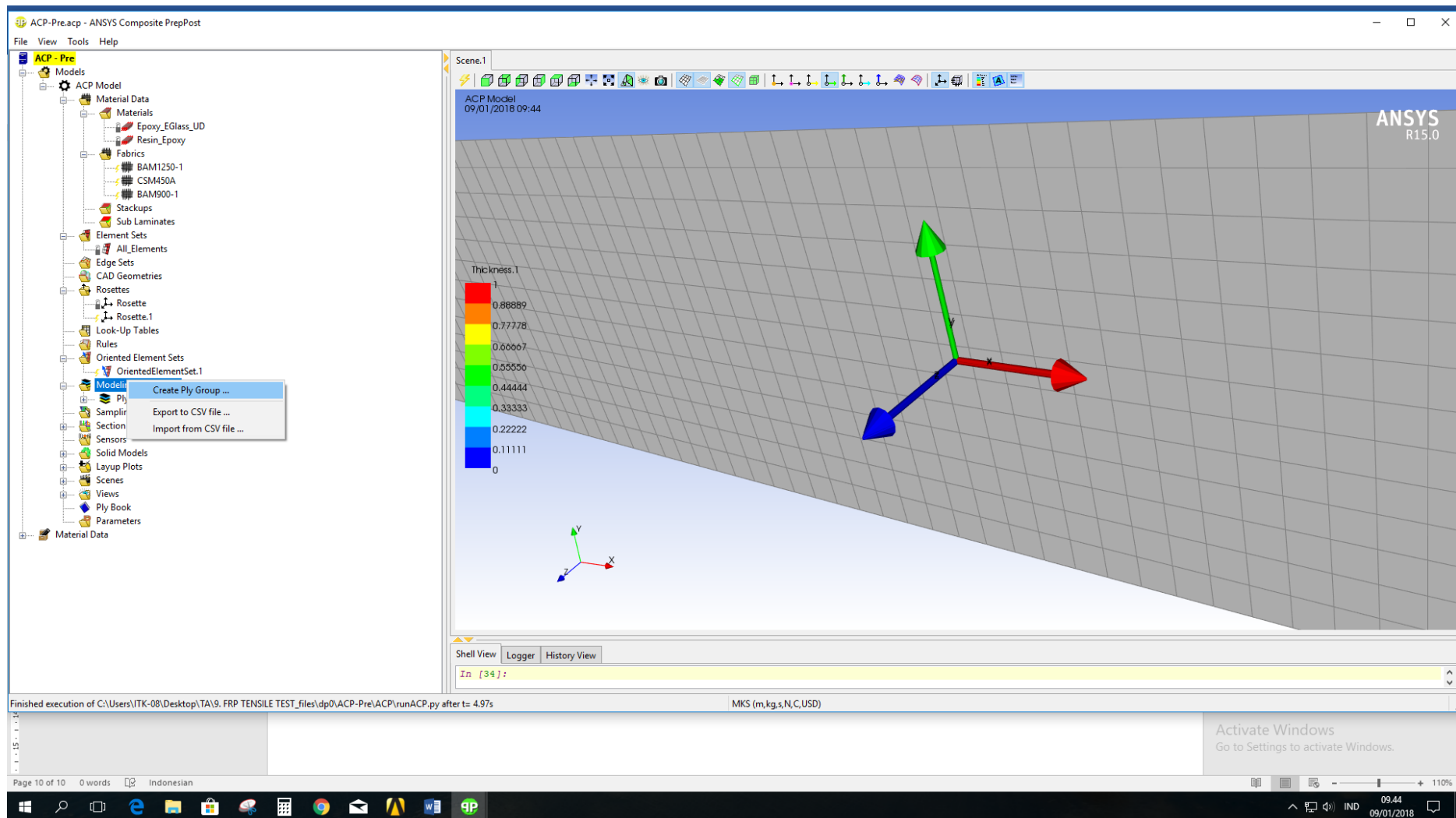


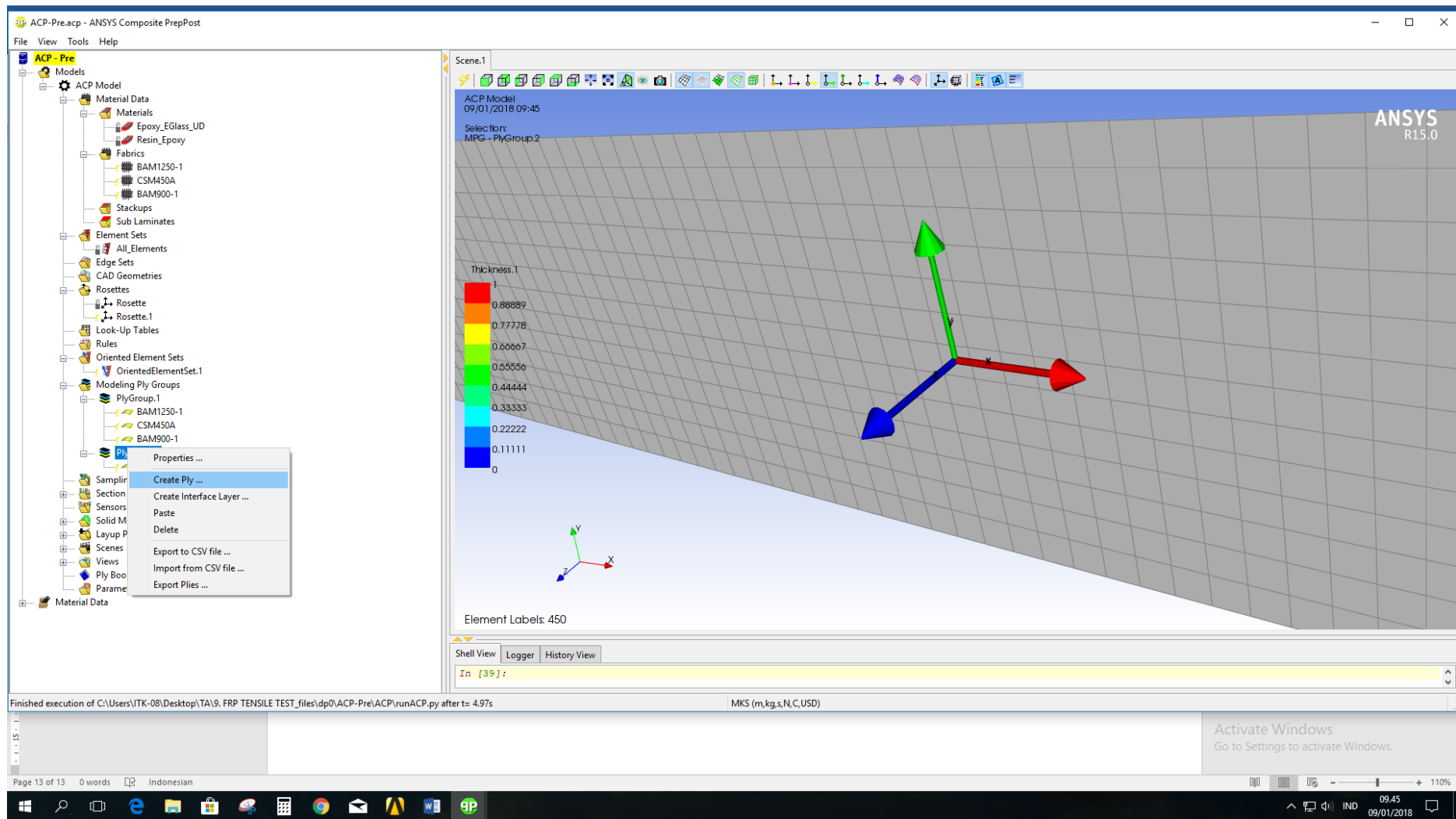












ACP-Pre.acp - ANSYS Composite PrepPost

File View Tools Help

ACP - Pre

- Models
 - ACP Model
 - Material Data
 - Materials
 - Epoxy_EGlass_UD
 - Resin_Epoxy
 - Fabrics
 - BAM1250-1
 - CSM450A
 - BAM900-1
 - Stackups
 - Sub Laminates
 - Element Sets
 - All Elements
 - Edge Sets
 - CAD Geometries
 - Rosettes
 - Rosette
 - Rosette.1
 - Look-Up Tables
 - Rules
 - Oriented Element Sets
 - OrientedElementSet.1
 - Modeling Ply Groups
 - PlyGroup.1
 - BAM1250-1
 - CSM450A
 - BAM900-1
 - PlyGroup.2
 - ModelingPly.1
 - ModelingPly.2
 - Sampling Elements
 - Section Cuts
 - Sensors
 - Solid Models
 - Layup Plots
 - Scenes
 - Views
 - Ply Book
 - Parameters
 - Material Data

Scene.1

ACP Model
09/01/2018 09:45

Selection:
OES - OrientedElementSet.1

ANSYS R15.0

Thickness.1

0.88889
0.77778
0.66667
0.55556
0.44444
0.33333
0.22222
0.11111
0

Modeling Ply Properties

Name: ModelingPly.2
ID: ModelingPly.2

General Draping Rules Thickness

Oriented Element Sets: ['OrientedElementSet.1']

Ply Material: [v]
Ply Angle: BAM1250-1
BAM900-1
CSM450A
Number of Layers:

Global Properties

Active: ☒
Global Ply Nr: 5

OK Apply Cancel

Element Labels: 450

Shell View Logger History View

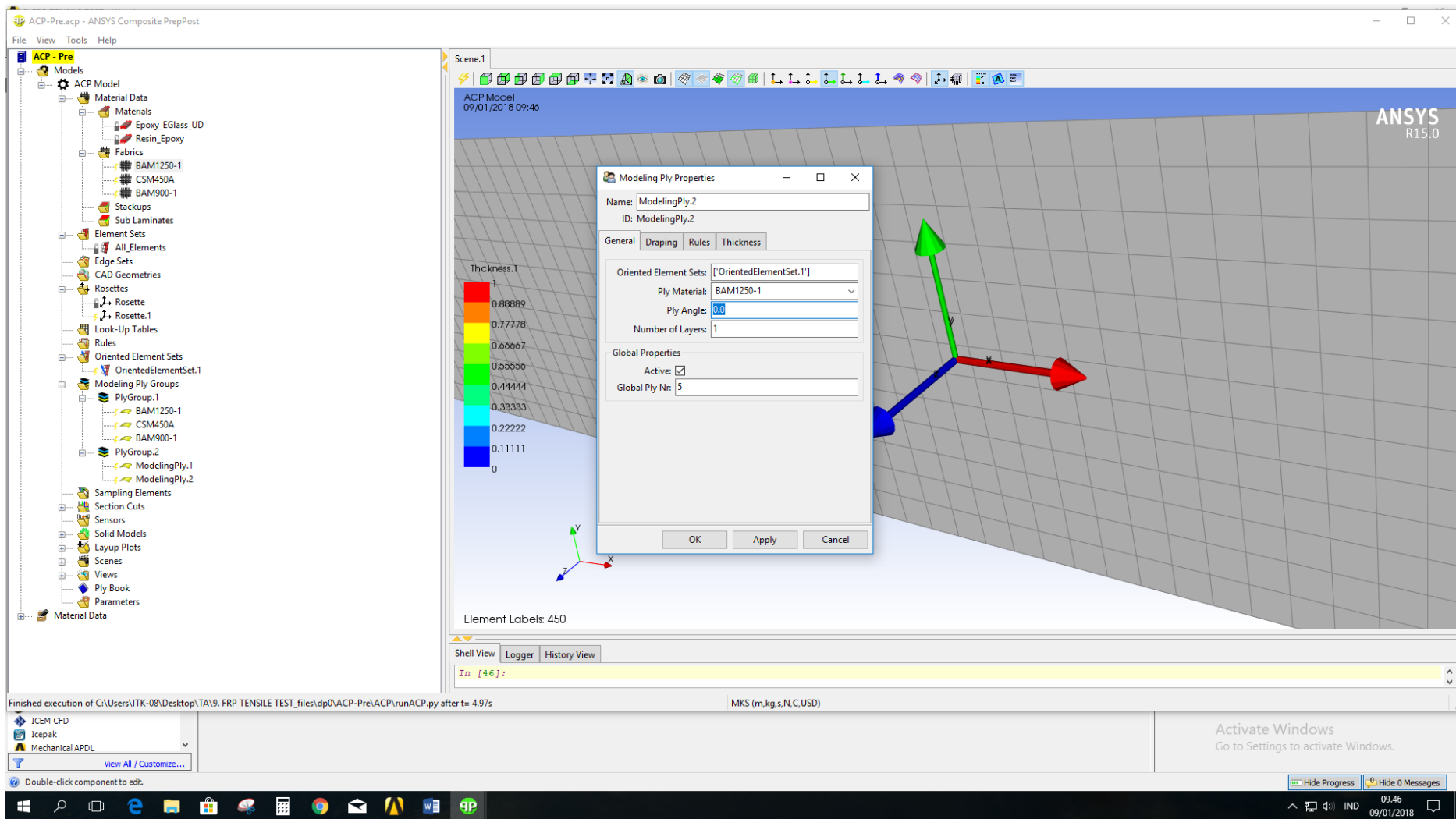
In [45]:

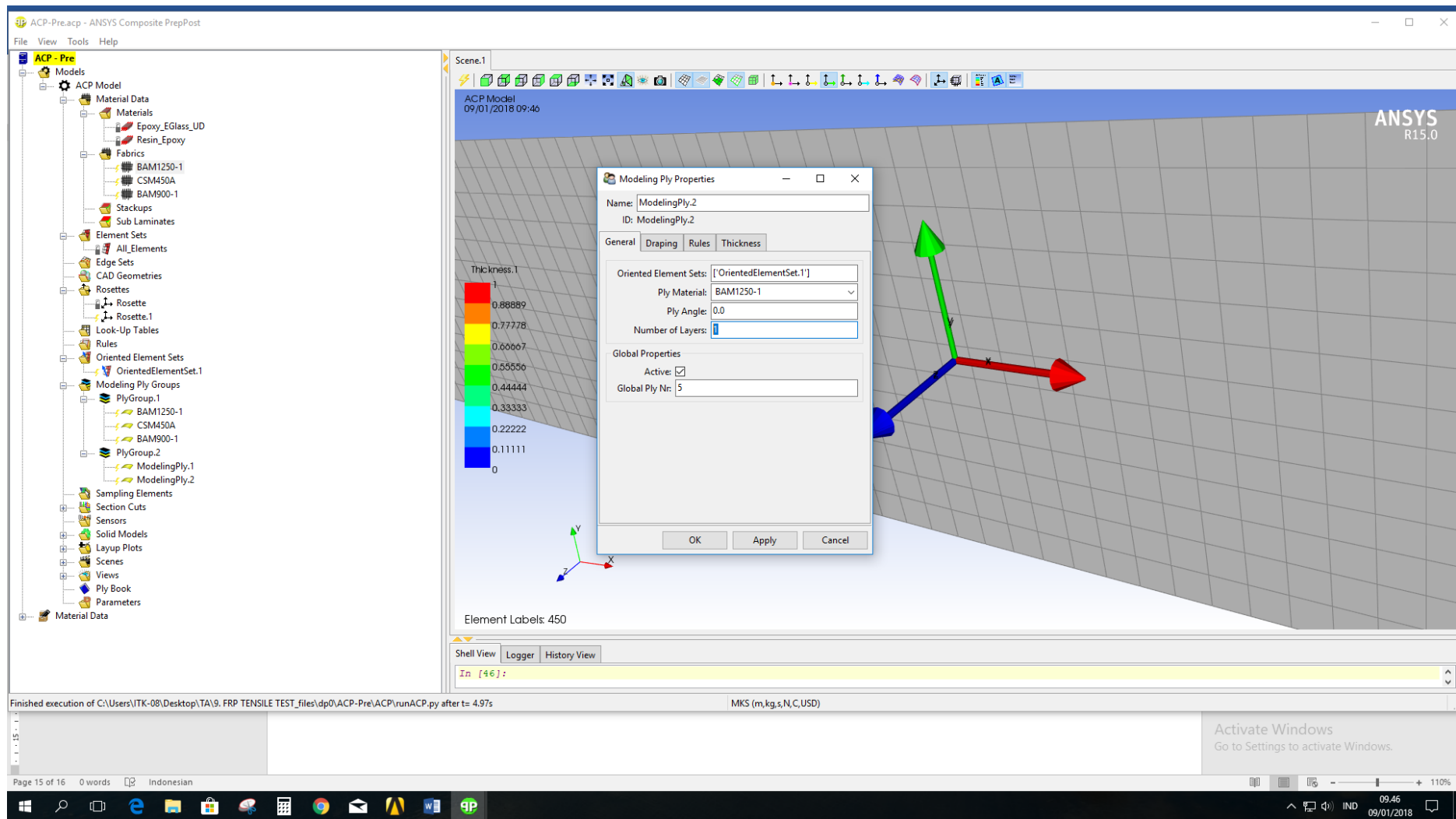
Finished execution of C:\Users\ITK-08\Desktop\TA\9. FRP TENSILE TEST_files\dp0\ACP-Pre\runACP.py after t= 4.97s MKS (m,kg,s,N,C,USD)

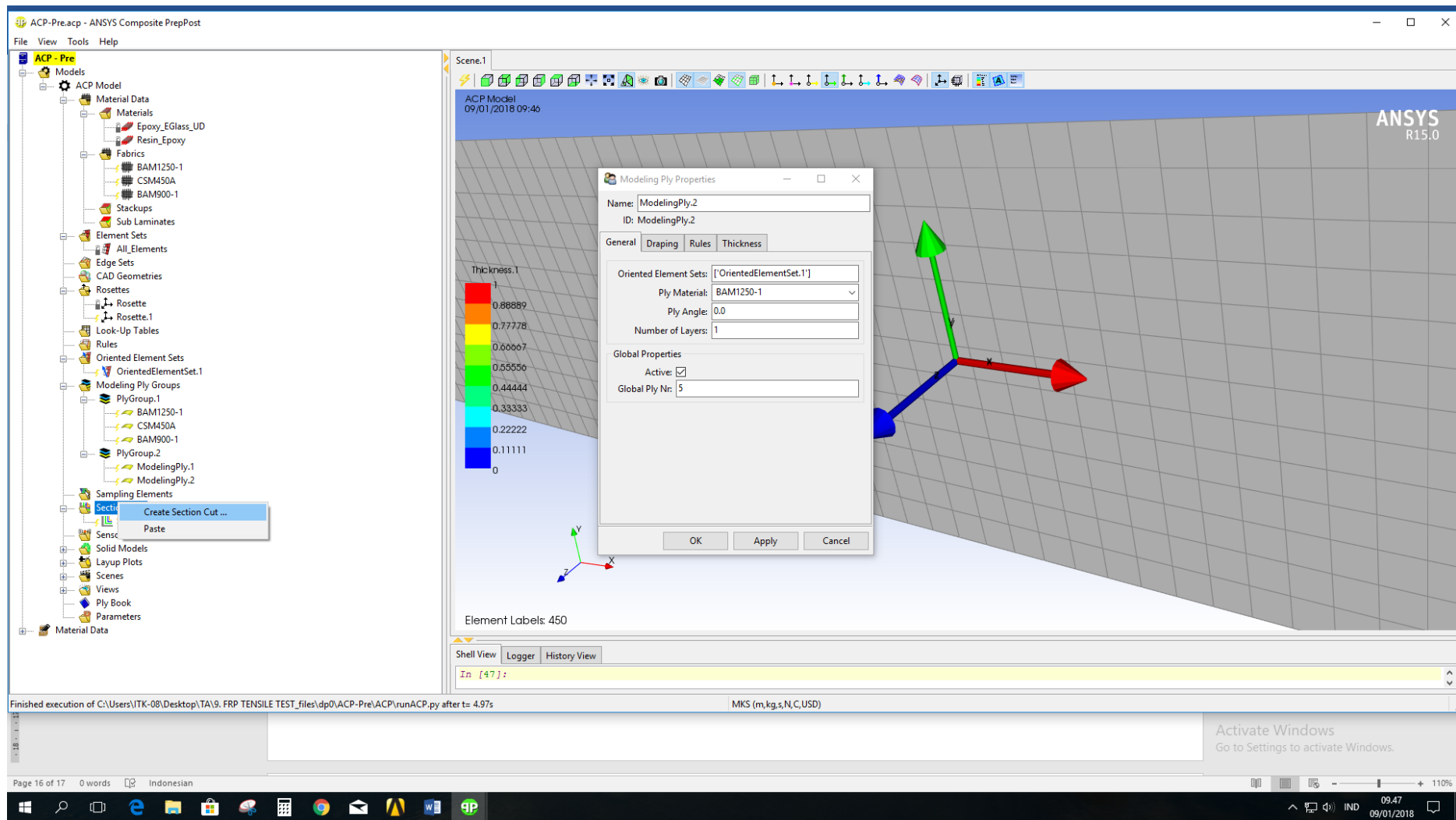
Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

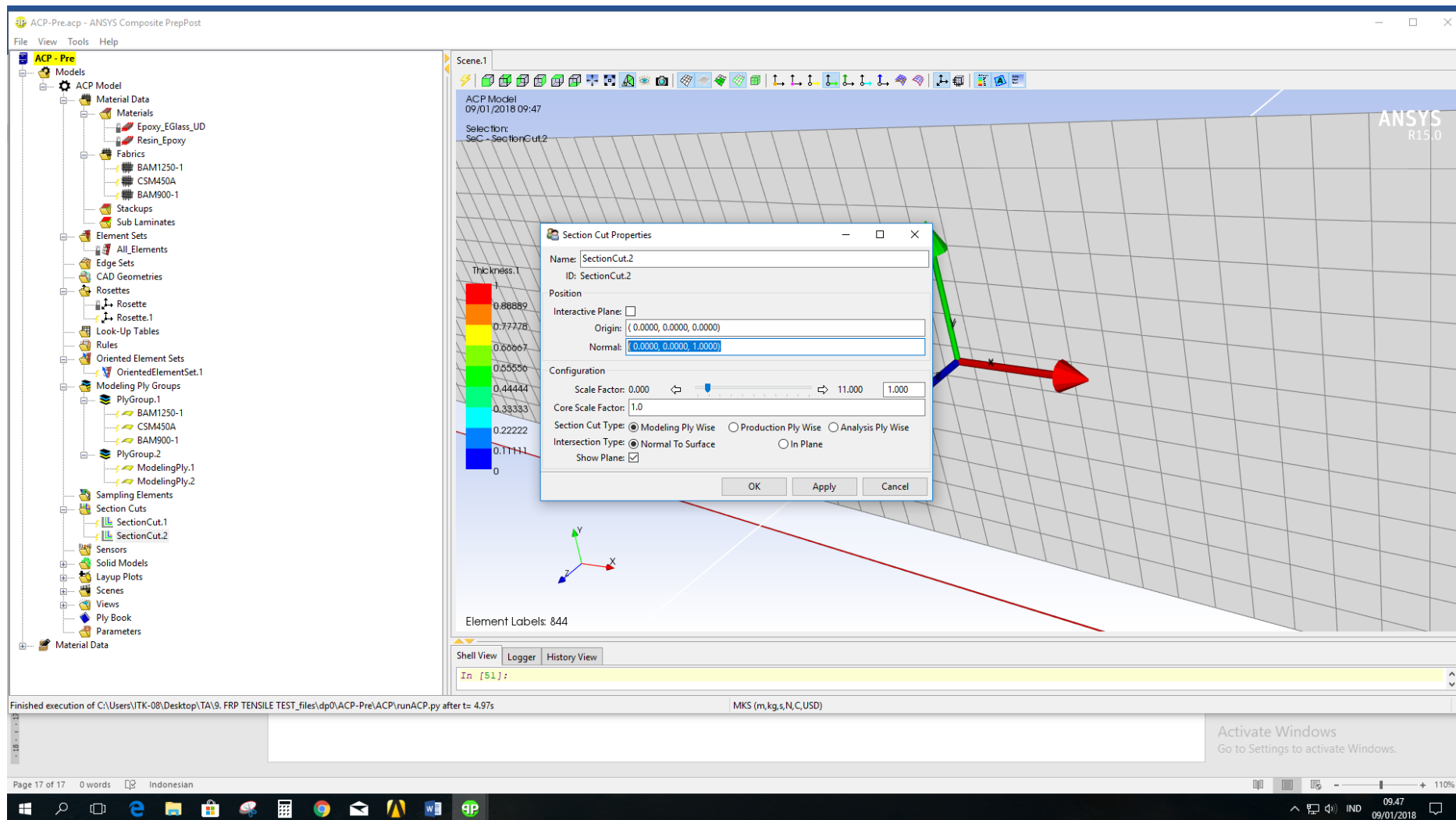
Page 13 of 14 0 words Indonesian

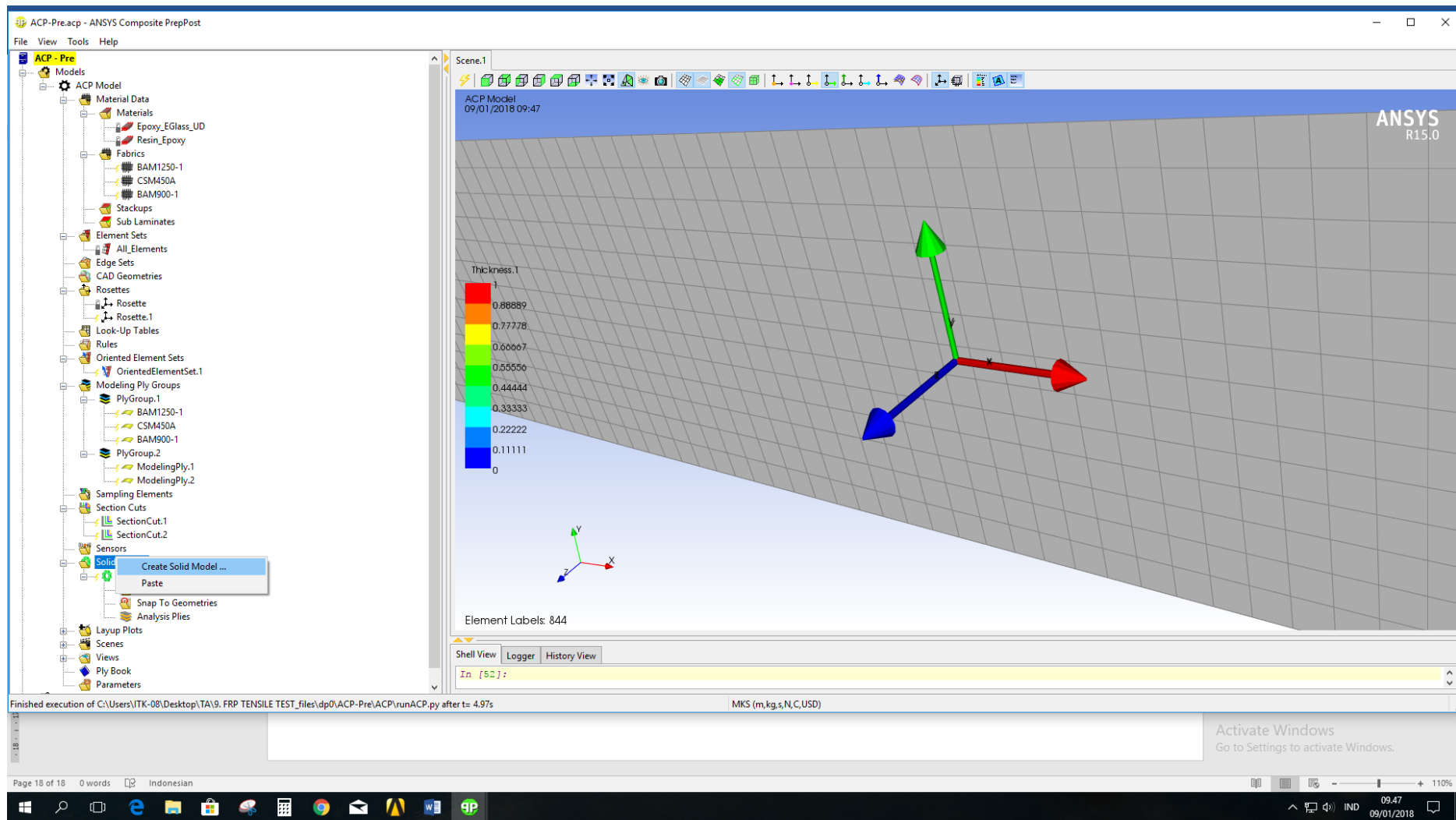
09:46
09/01/2018

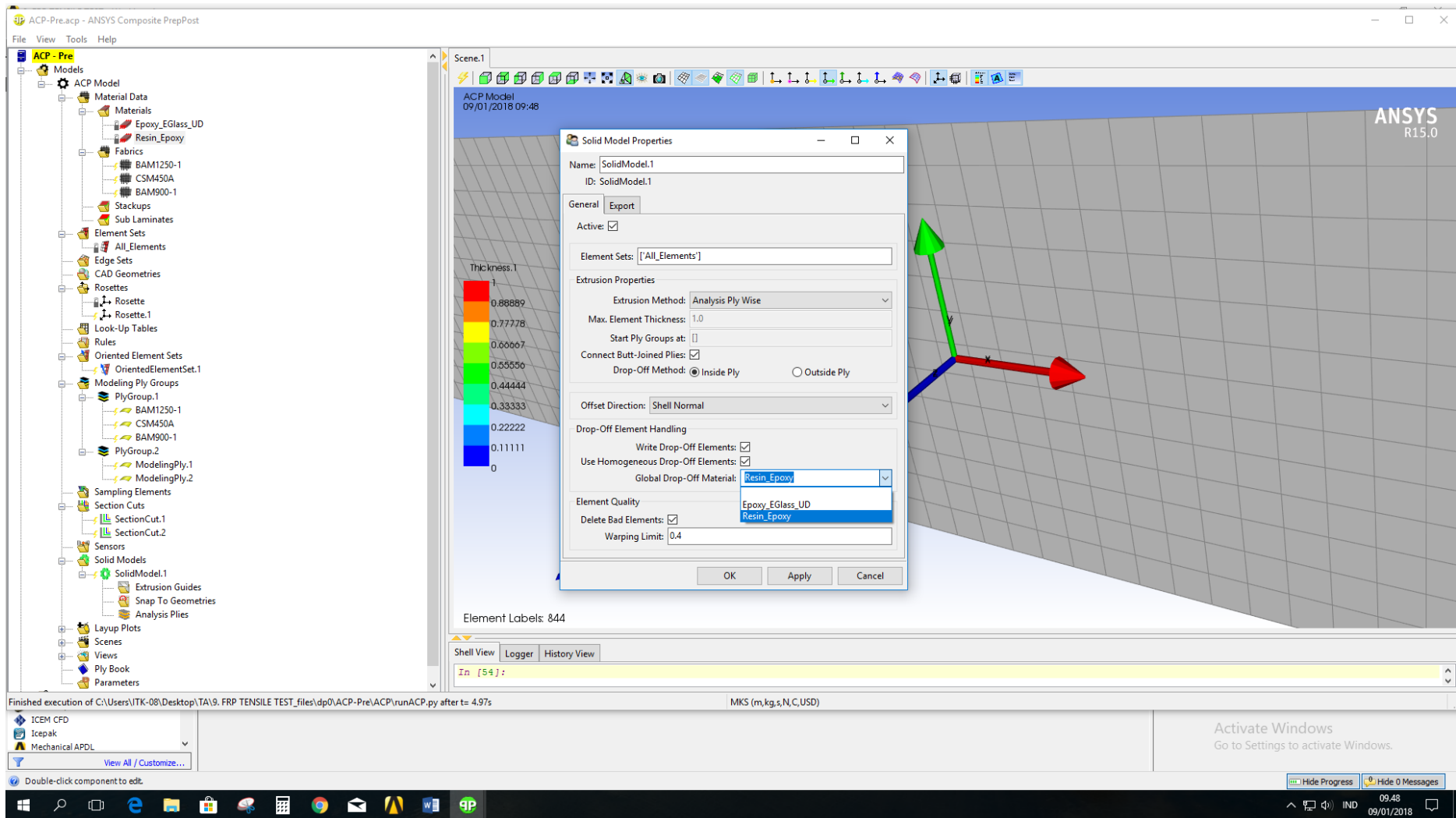


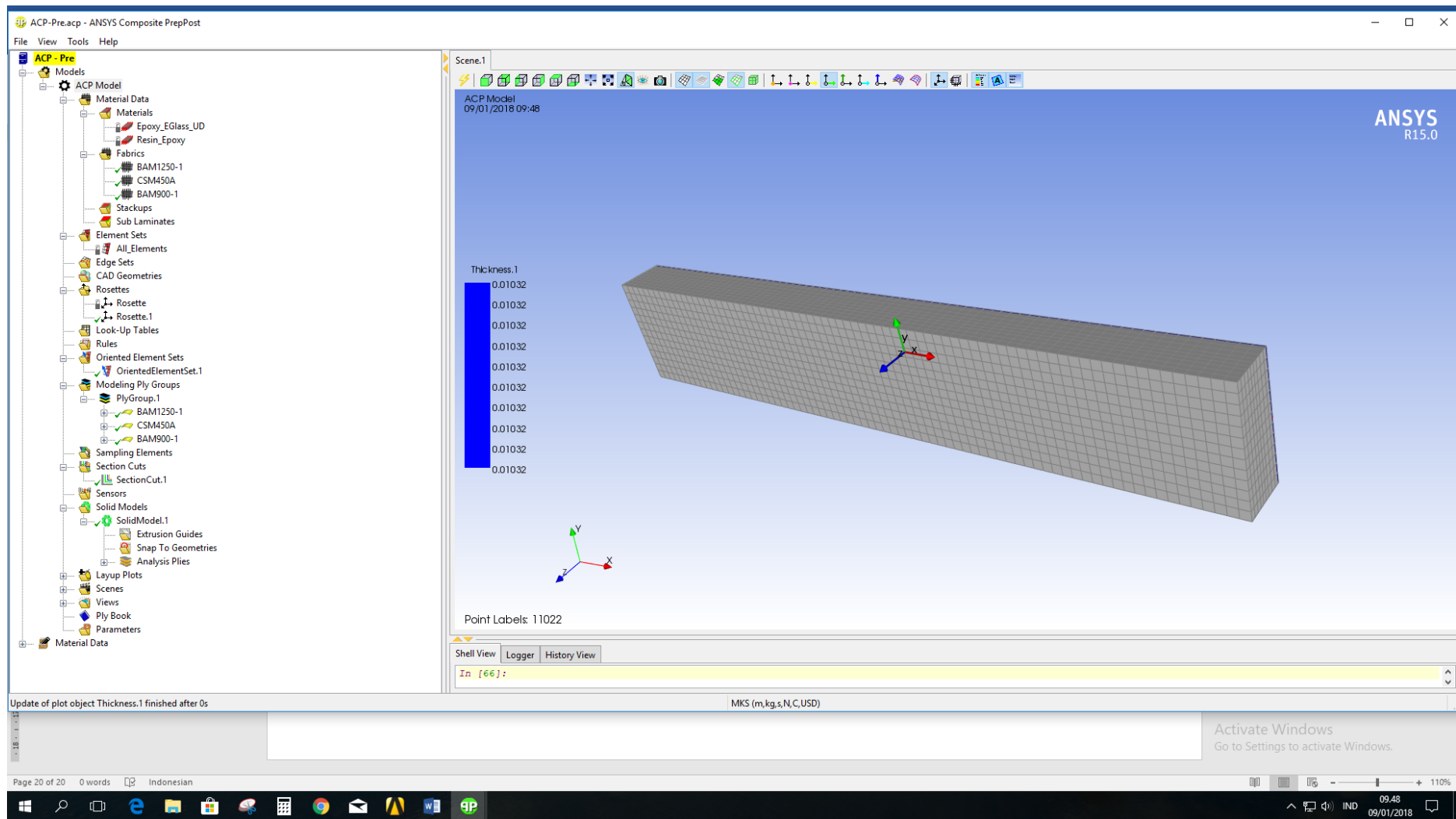












DONE

9. FRP TENSILE TEST - Workbench

File View Tools Units Extensions Jobs Help

Project

Import... Reconnect Refresh Project Update Project ACT Start Page

Toolbox

Analysis Systems

- Design Assessment
- Eigenvalue Buckling
- Eigenvalue Buckling (Samcef)
- Electric
- Explicit Dynamics
- Fluid Flow - Blow Molding (Polyflow)
- Fluid Flow - Extrusion (Polyflow)
- Fluid Flow (CFX)
- Fluid Flow (Fluent)
- Fluid Flow (Polyflow)
- Harmonic Response
- Hydrodynamic Diffraction
- Hydrodynamic Response
- IC Engine (Fluent)
- IC Engine (Forte)
- Magnetostatic
- Modal
- Modal (ABAQUS)
- Modal (Samcef)
- Random Vibration
- Response Spectrum
- Rigid Dynamics
- Static Structural
- Static Structural (ABAQUS)
- Static Structural (Samcef)
- Steady-State Thermal
- Steady-State Thermal (ABAQUS)
- Steady-State Thermal (Samcef)
- Thermal-Electric
- Throughflow

Project Schematic

A

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 0 deg

B

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 45 deg

C

- 1 ACP (Pre)
- 2 Engineering Data
- 3 Geometry
- 4 Model
- 5 Setup

ACP (Pre) - MAIN DK. 90 deg

D

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 45

E

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 90

F

- 1 Static Structural
- 2 Model
- 3 Setup
- 4 Solution
- 5 Results

Static Structural 90

Messages

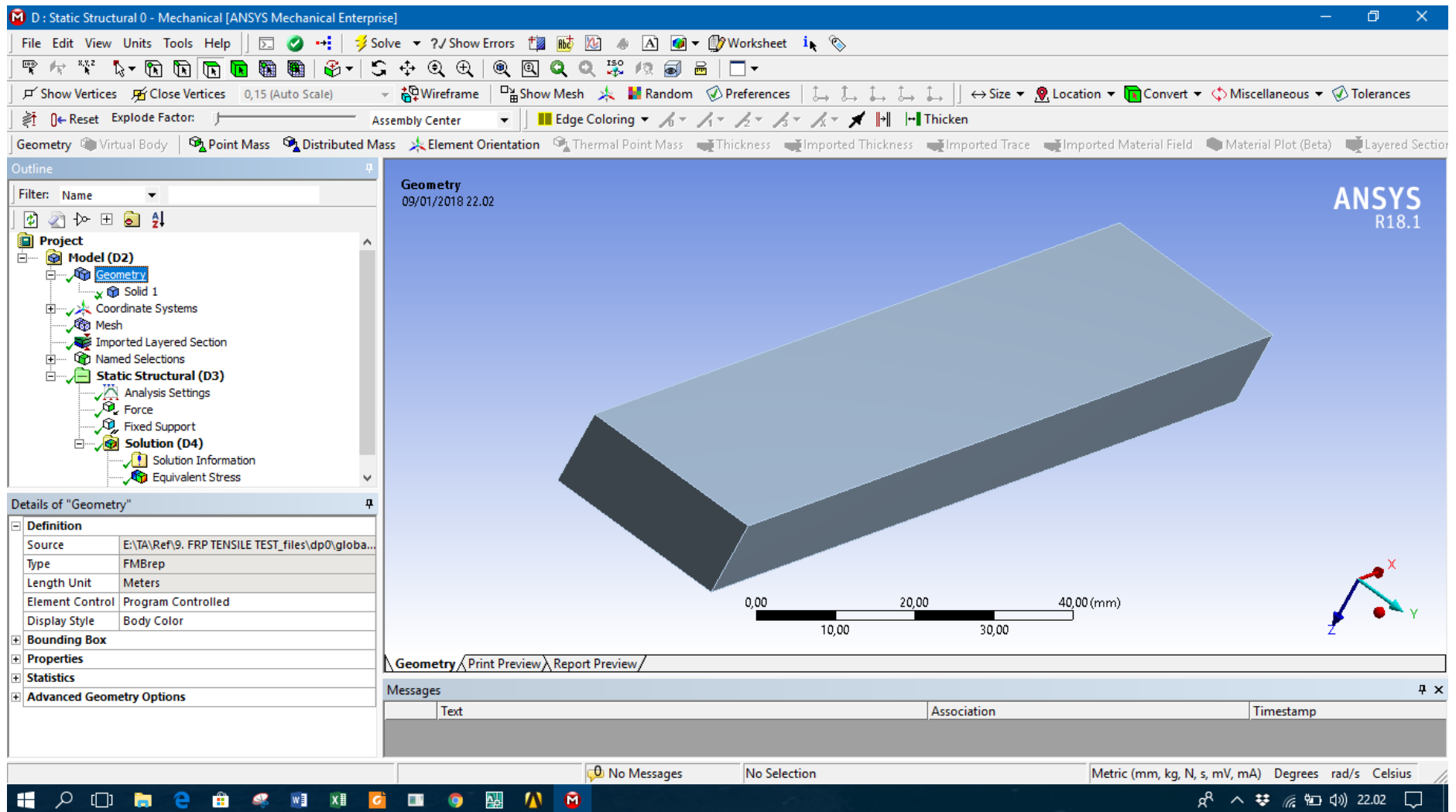
A	
1	Type

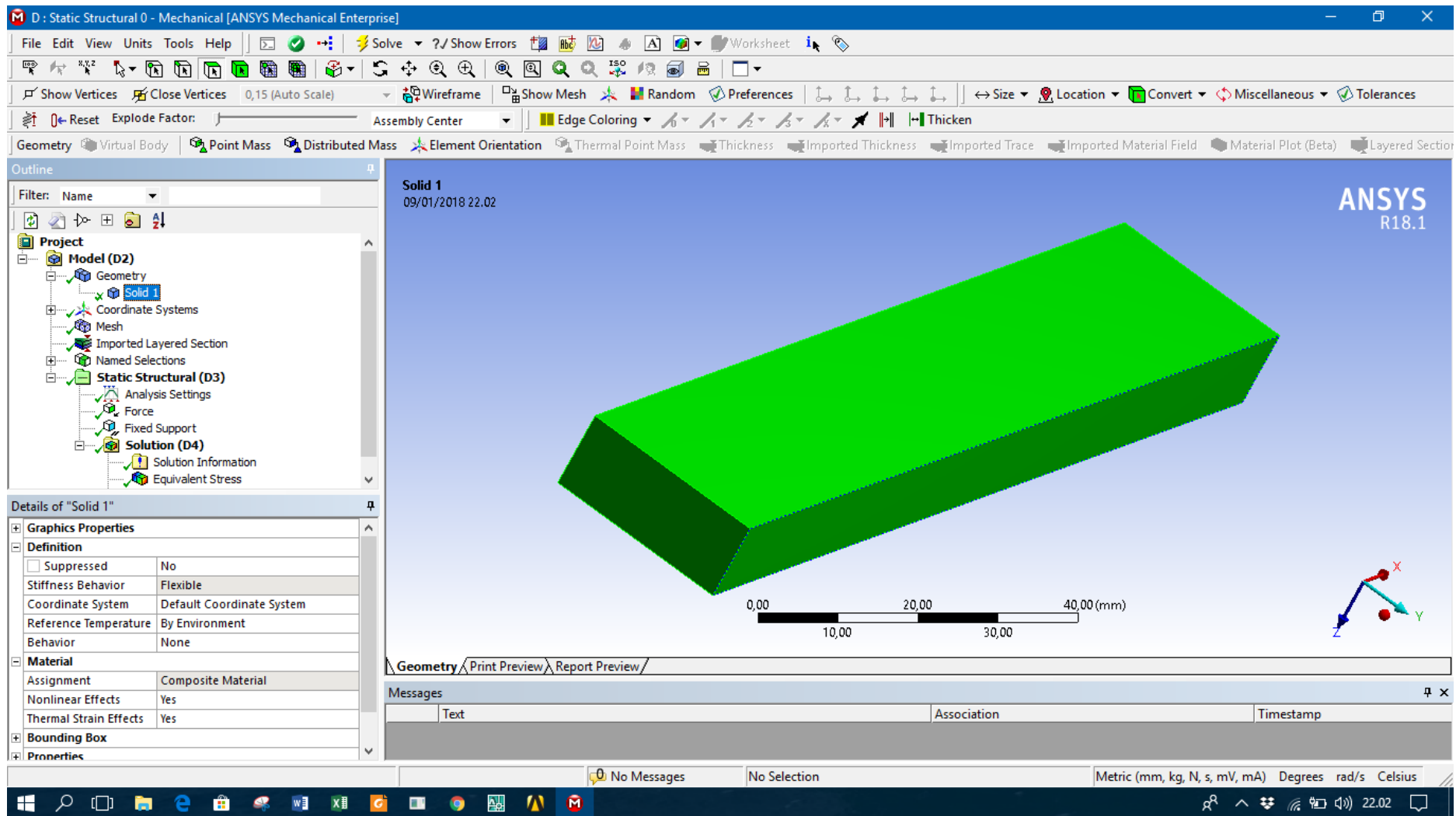
Progress

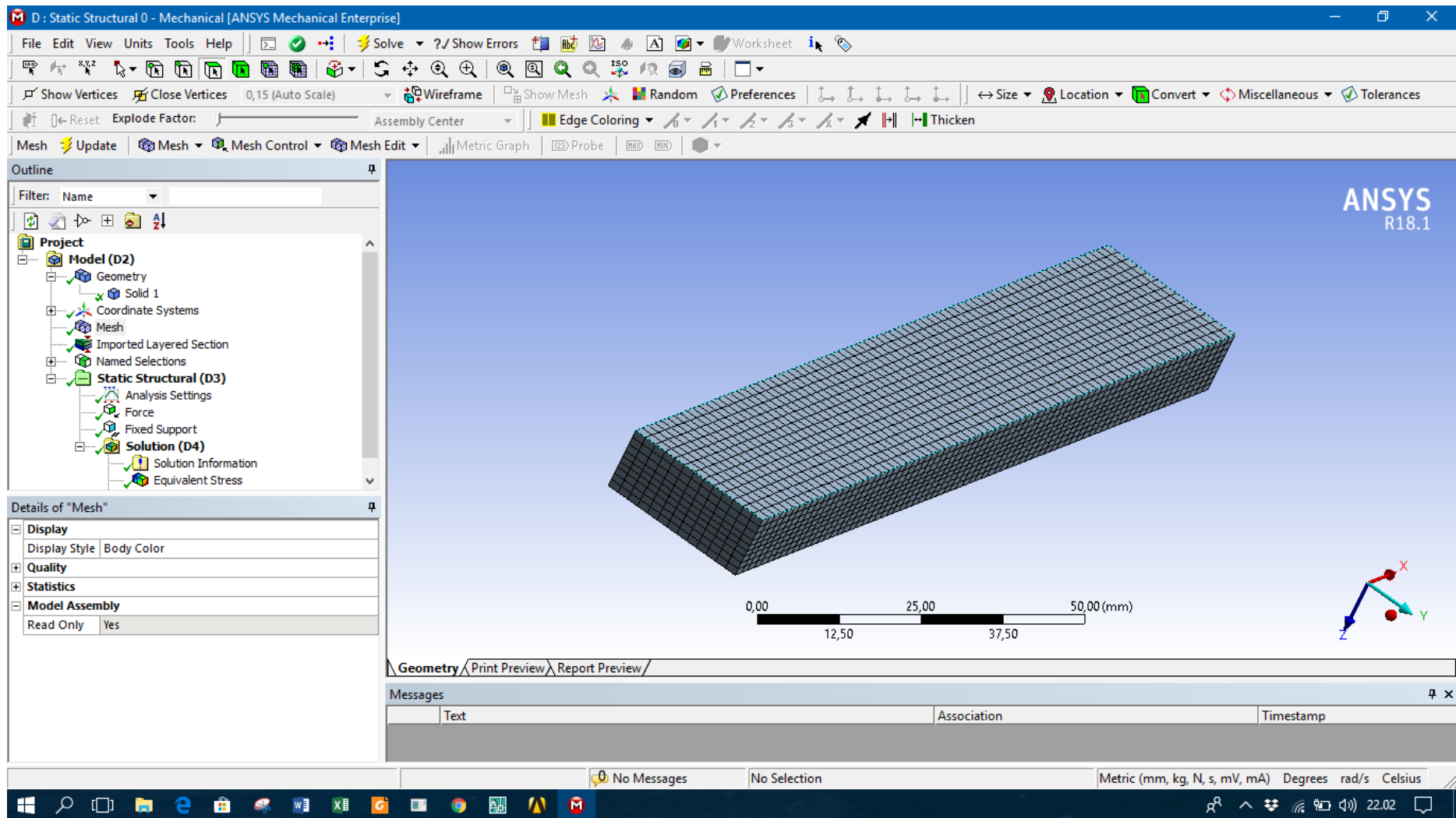
A	
1	Status

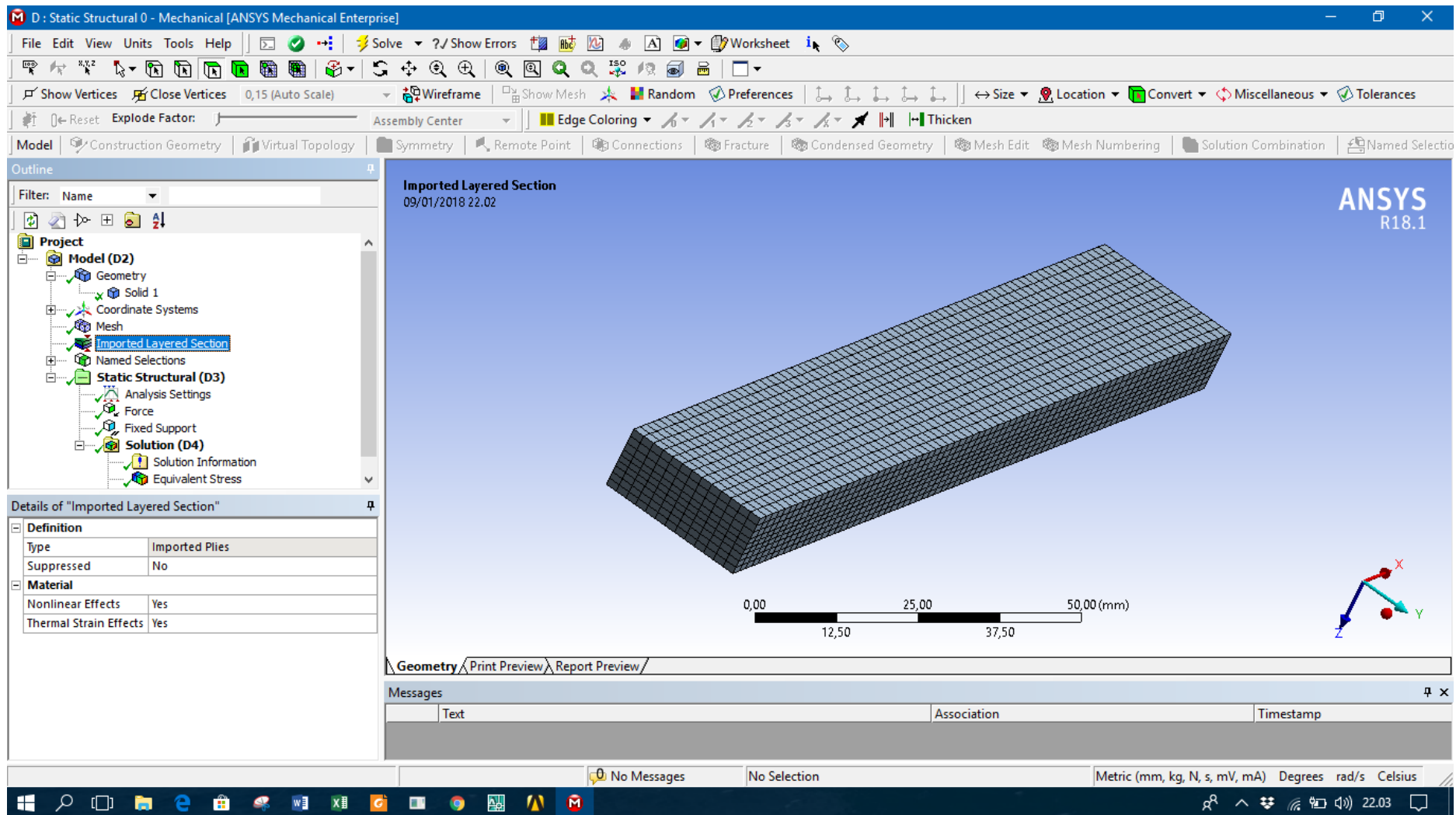
Job Monitor... Hide Progress Hide 0 Messages

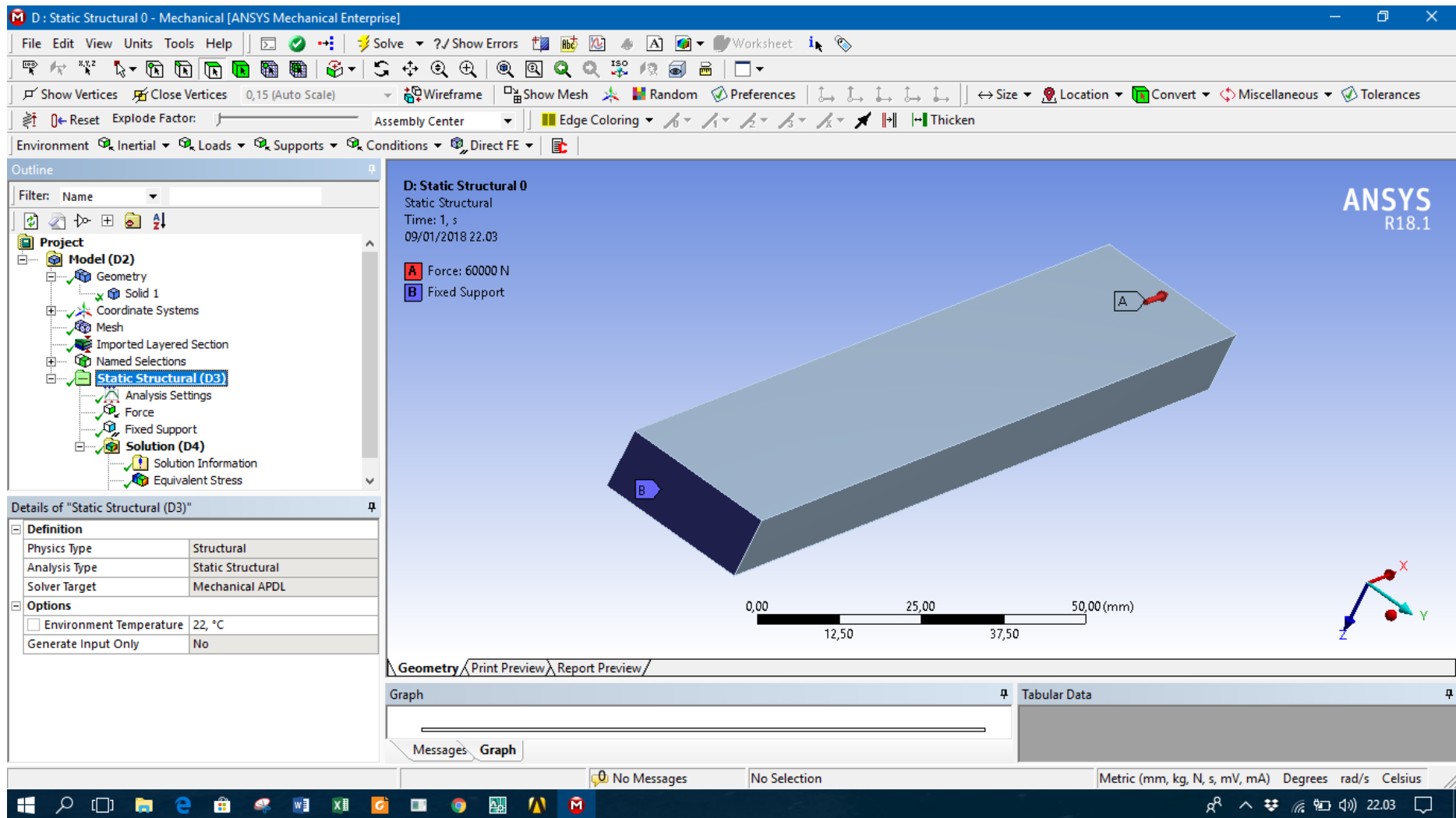
22.00

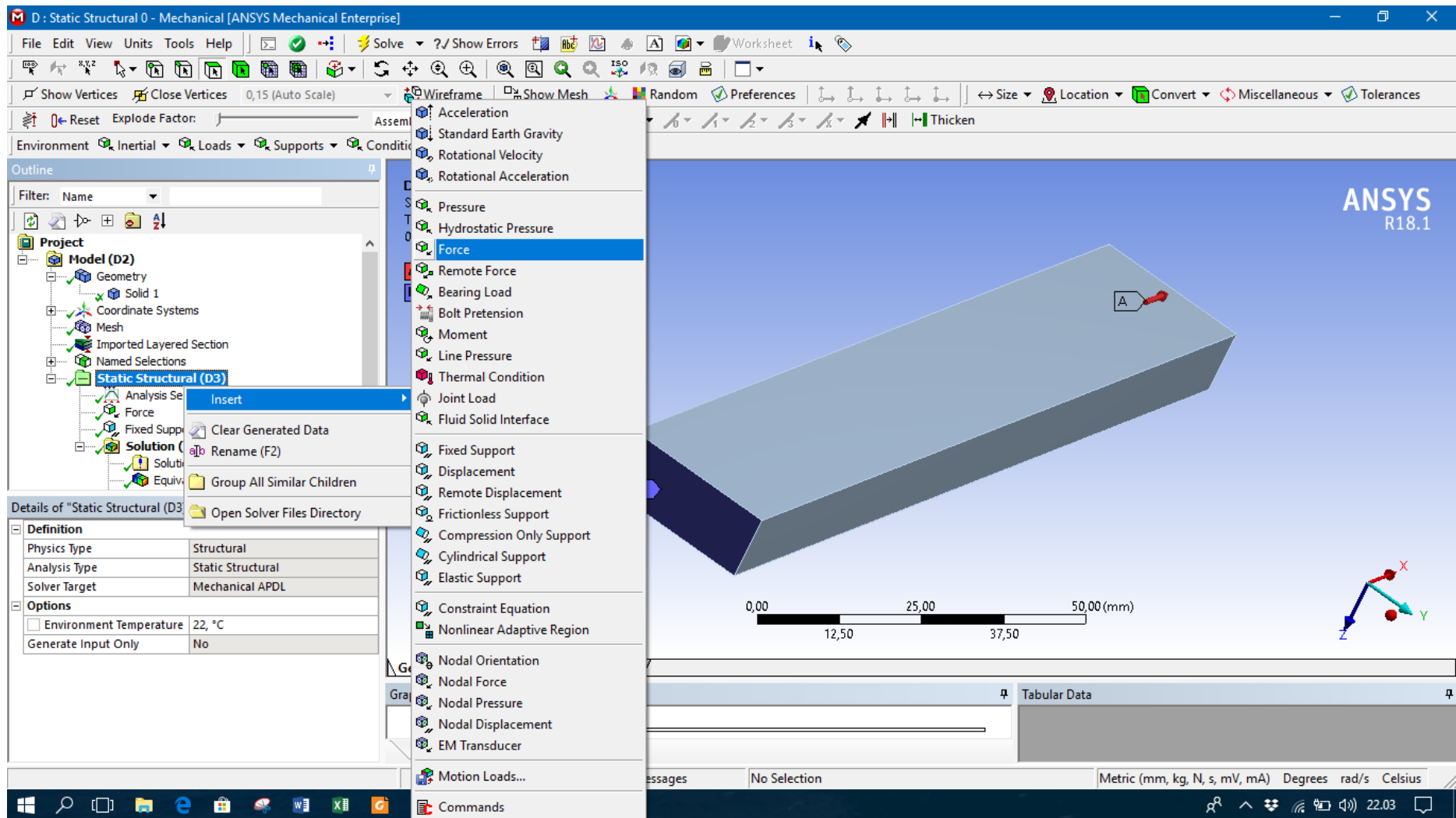


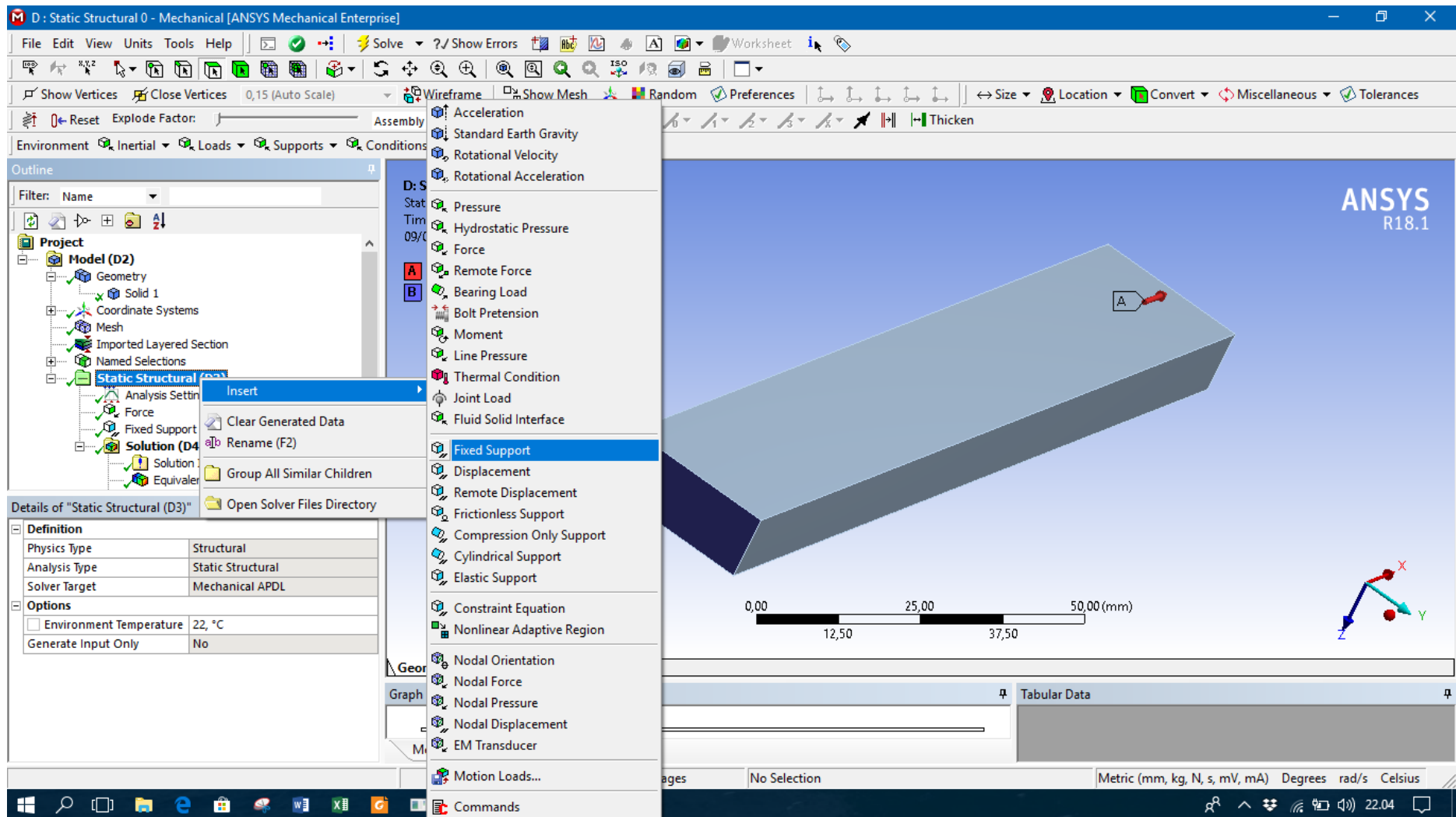












D: Static Structural 0 - Mechanical [ANSYS Mechanical Enterprise]

File Edit View Units Tools Help | Solve ?/ Show Errors | Worksheet |

Show Vertices Close Vertices 0,15 (Auto Scale) | Wireframe Show Mesh Random Preferences | Size Location Convert Miscellaneous Tolerances | Reset Explode Factor | Assembly Center | Edge Coloring | Thicken

Solution Deformation Strain Stress Energy Damage Linearized Stress Probe Tools User Defined Result | Campbell Diagram | Coordinate Systems

Outline

Filter: Name

- Model (D2)
 - Geometry
 - Solid 1
 - Coordinate Systems
 - Mesh
 - Imported Layered Section
 - Named Selections
 - Static Structural (D3)
 - Analysis Settings
 - Force
 - Fixed Support
 - Solution (D4)
 - Solution Information
 - Equivalent Stress
 - Total Deformation

Details of "Solution (D4)"

Adaptive Mesh Refinement

Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,

Information

Status	Done
MAPDL Elapsed Time	
MAPDL Memory Used	
MAPDL Result File Size	

Post Processing

Beam Section Results	No
----------------------	----

ANSYS R18.1

D: Static Structural 0
Solution
Time: 1, s
09/01/2018 22.04

0,00 25,00 50,00 (mm)
12,50 37,50

Geometry | Print Preview | Report Preview |

Graph

Messages | Graph

Tabular Data

Time [s]
1 1,

Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius

22.04

